



TUGAS AKHIR - TE090362

**MONITORING PROTOTIPE DROP TEGANGAN
DAN PERBAIKANNYA PADA JARINGAN TEGANGAN RENDAH
MEGGUNAKAN KAPASITOR PARALEL**

Safrudin Priambodo
NRP 2211038005

Dosen Pembimbing
Dr. Ardyono Priyadi, ST., M.Eng.
Rudy Dikairono, ST., MT.

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014



TUGAS AKHIR - TE090362

**MONITORING PROTOTIPE DROP TEGANGAN
DAN PERBAIKANNYA PADA JARINGAN TEGANGAN RENDAH
MENGUNAKAN KAPASITOR PARALEL**

Safrudi Priambodo
NRP 2211038005

Dosen Pembimbing
Dr. Ardyono Priyadi, ST., M.Eng.
Rudy Dikairono, ST., MT.

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014



FINAL PROJECT - TE090362

*PROTOTYPE MONITORING DROP VOLTAGE AND REPAIRS ON LOW
VOLTAGE NETWORK USING PARALLEL CAPACITOR*

Safrudin Priambodo
NOR 2211038005

Supervisor

Dr. Ardyono Priyadi, ST., M.Eng.
Rudy Dikairono, ST., MT.

*ELECTRICAL ENGINEERING D3 STUDY PROGRAM
Industrial Technology Faculty
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014*



FINAL PROJECT - TE090362

***PROTOTYPE MONITORING DROP VOLTAGE AND REPAIRS ON LOW
VOLTAGE NETWORK USING PARALLEL CAPACITOR***

Safrudin Priambodo
NOR 2211038005

Supervisor

Dr. Ardyono Priyadi, ST., M.Eng.
Rudy Dikairono, ST., MT.

***ELECTRICAL ENGINEERING D3 STUDY PROGRAM
Industrial Technology Faculty
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014***

**PROTOTYPE MONITORING DROP TEGANGAN DAN
PERBAIKANNYA PADA JARINGAN TEGANGAN RENDAH
MENGUNAKAN KPASITOR PARALEL**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik
Pada
Bidang Studi Teknik Listrik
Program Studi D3 Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing I**

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing II**



Dr. Ardyono Priyadi, ST., M.Eng.
NIP. 197309271998031004

Rudy Dikairono, ST., MT.
NIP. 198103252005011002

**SURABAYA
FEBRUARI, 2015**

PROTOTYPE MONITORING DROP TEGANGAN DAN PERBAIKANNYA PADA JARINGAN TEGANGAN RENDAH MENGGUNAKAN KAPASITOR PARALEL

Nama Mahasiswa : Safrudin Priambodo
NRP : 2211038005
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Ardyono Priyadi, ST., M.Eng.
2. Rudy Dikairono, ST., MT.
NIP : 1. 197309271998031004
2. 198103252005011002

ABSTRAK

Monitoring drop tegangan disisi ujung jaringan tegangan rendah berperan penting untuk menjaga kualitas pelayanan terhadap pelanggan. Drop tegangan yang tinggi di luar standart yang diperbolehkan dalam jangka waktu yang lama dapat mengganggu kinerja peralatan listrik milik pelanggan. Saat ini, PLN hanya memiliki sistem yang mampu memonitor drop tegangan hanya pada sisi trafo saja, yaitu melalui SIMONTRA. Sedangkan tegangan pada sisi ujung tidak terpantau. Oleh karena itu diperlukan suatu alat untuk memonitor serta memperbaiki kualitas tegangan di sisi ujung.

Dalam tugas akhir ini dirancang suatu sistem *monitoring* dan perbaikan drop tegangan. Data dari sensor tegangan diolah mikrokontroler yang selanjutnya mengaktifkan kapasitor sebagai penaik kualitas tegangan. Dan jika kualitas tegangan belum sesuai standart, maka mikrokontroler mengirimkan data secara nirkabel menggunakan media wifi untuk diterima dikomputer PLN yang bertindak sebagai *server*. Hasil pengukuran ini dapat mengirim data pengukur setiap satu jam untuk kondisi normal ke komputer PLN dan indikator peringatan akan muncul.

Kata kunci: Monitoring, Drop tegangan, Mikrokontroler, wifi

Halaman ini sengaja dikosongkan

***PROTOTYPE MONITORING DROP VOLTAGE AND REPAIRS ON
LOW VOLTAGE NETWORK USING PARALLEL CAPACITOR***

Name of Student : Safrudi Priambodo
Registration Number : 2211038005
Supervisor : 1. Dr. Ardyono Priyadi, ST., M.Eng.
2. Rudy Dikairono, ST., MT.
ID : 1. 197309271998031004
2. 198103252005011002

ABSTRACT

Monitoring the voltage drop at the end of the low voltage network plays an important role to maintain the quality of service to customers. High voltage drop in the outside standard that allowed for long periods of time can interfere the performance of the customer's electrical equipment. Now, PLN only have a system that is able to monitor the voltage drop is only on the side of the transformer, namely through SIMONTRA. While the voltage on the tip is not observed. Therefore we need a tool to monitor and improve the power quality at the end of the network.

In this thesis, designed a system of monitoring and improvement of the voltage drop. Data from the voltage sensors is processed microcontroller which then activates capacitor to raise the voltage quality. And if the voltage quality does not standard, the microcontroller sends the data wirelessly using wifi media to be accepted on a computer PLN acting as a server. The results of these measurements can send data to gauge every one hour under normal conditions to PLN computer and a warning indicator will appear

Key Word: *Monitoring, Voltage Drop, Microcontroller, wifi*

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat, hidayah dan anugerah-Nya sehingga kami penulis dapat menyelesaikan pembuatan Tugas Akhir dengan judul Prototipe Monitoring Drop Tegangan dan Perbaikannya pada Jaringan Tegangan Rendah Menggunakan Kapasitor Paralel ini.

Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, tidak sedikit hambatan dan rintangan yang penulis alami karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki, oleh karena itu penulis senantiasa mengharapkan saran atau kritik yang sifatnya membangun untuk memperbaiki kekurangan yang berguna serta meningkatkan mutu dan kualitas laporan untuk masa yang akan datang.

Penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan dan motivasi yang diberikan baik secara langsung ataupun tidak langsung dalam pelaksanaan Tugas Akhir kepada:

1. Allah swt. yang selalu meyertai penulis dalam kondisi apapun hingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Bapak Dr. Ardyono Priyadi, ST., M.Eng. dan bapak Rudy Dikairono, ST., MT.. selaku Dosen Pembimbing di Bidang Studi Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro ITS,
3. Keluarga besar APD Jawa Timur yang telah memberikan tempat untuk Kerja Praktek hingga munculnya ide untuk Tugas Akhir ini,
4. Orang tua dan keluarga tercinta yang telah mencurahkan doa, kasih sayang dan semangat yang tiada henti,
5. Serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu yang turut membantu dan memperlancar jalannya Tugas Akhir ini.

Surabaya, Januari 2015

Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

JUDUL	i
PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Per masalah	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Maksud dan Tujuan	2
1.5 Sistematika Laporan	3
1.6 Relevansi	3
BAB II TEORI PENUNJANG	5
2.1 Sistem Tenaga Listrik	5
2.2 Sistem Distribusi Tenaga Listrik	7
2.3 Drop Tegangan	10
2.4 Menghitung Jatuh Tegangan (Voltage Drop).....	11
2.5 Hardware.....	12
2.5.1 Sensor Tegangan.....	12
2.5.2 Transformator 500 mA.....	13
2.5.3 Penyearah Gelombang Penuh.....	14
2.5.4 Penyearah Dilengkapi Filter Kapasitor.....	14
2.5.5 Rangkaian Pembagi Tegangan.....	15
2.5.6.Mikrokontroler.....	15
2.5.7 Mikrokontroler Atmega16.....	15
2.5.8 Kapsitor Bank.....	17
2.6 Delphi.....	18
2.6.1 Peralatan Pada Delphi.....	19
2.6.2 Code Editor.....	20
2.6.3 Form.....	20
2.6.4 Component Pallete.....	21

2.6.5 <i>Object Inspector</i>	21
2.6.6 <i>Watch List</i>	21
2.6.7 Tombol-tombbol <i>shortcut</i>	22
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	23
3.1 Perancangan <i>Hardware</i>	23
3.1.1 Prototipe pada Ujung Jaringan Tegangan Rendah.....	26
3.1.2 Perancangan Rangkaian Sensor Tegangan.....	26
3.1.3 Rangkaian Mikrokontroler ATmega16	27
3.1.4 LCD	30
3.1.5 <i>Driver PWM</i>	31
3.1.6 Rangkaian Serial.....	32
3.1.7 Wiznet WIZ110SR	32
3.1.8 TP Link TL-R3020.....	34
3.1.9 Program <i>Delphi</i>	34
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA DATA	37
4.1 Pengujian Rangkaian Mikrokontroler ATmega16.....	37
4.2 Pengujian Pengujian Sensor Tegangan.....	39
4.3 Pengujian LCD.....	42
4.4 Pengujian driver PWM	43
4.5 Pengujian Drop Tegangan dan Perbaikannya.....	44
4.6 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan.....	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN I <i>LISTING</i> PROGRAM	A-1
LAMPIRAN II <i>DATASHEET</i>	B-1
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	C-1

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Pengukuran Tegangan pada <i>Port A</i> dan <i>Port B</i> Logika 0.....	37
Tabel 4.2	Pengukuran Tegangan pada <i>Port C</i> dan <i>Port D</i> Logika 0.....	38
Tabel 4.3	Pengukuran Tegangan pada <i>Port A</i> dan <i>Port B</i> logika 1	38
Tabel 4.4	Pengukuran Tegangan pada <i>Port C</i> dan <i>Port D</i> logika 1	39
Tabel 4.5	Pengujian <i>Output</i> Sensor	41
Tabel 4.6	Hasil Pengukuran Drop Tegangan	45

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Bentuk Fisik Sensor	13
Gambar 2.2	<i>Transformator 500mA</i>	13
Gambar 2.3	Rangkaian Pembagi Tegangan	15
Gambar 2.4	Atmega 16	16
Gambar 2.5	Kapasitor Bank	18
Gambar 2.6	Tampilan pada <i>Software Delphi</i>	20
Gambar 3.1	Perancangan Alat Secara Keseluruhan	23
Gambar 3.2	Diagram Fungsional Sistem Alat Secara Keseluruhan	25
Gambar 3.3	Tampilan Luar Alat	26
Gambar 3.4	Rangkaian Sensor Tegangan	27
Gambar 3.5	Tata Letak dan Konfigurasi Sistem Minimum Atmega16	28
Gambar 3.6	<i>Flowchart</i> Mikrokontroler	29
Gambar 3.7	Bentuk Fisik LCD 16 x 2	30
Gambar 3.8	Skematik LCD 16 x 2	31
Gambar 3.9	Rangkaian <i>Driver</i> PWM	31
Gambar 3.10	Hubungan Pin RX, TX, GND Konverter RJ11 to Serial	32
Gambar 3.11	Konverter RJ11 to Serial	32
Gambar 3.12	Wiznet WIZ110SR	33
Gambar 3.13	TP Link TL-MR3020	34
Gambar 3.14	<i>Flowchart</i> Tampilan <i>Monitoring</i>	35
Gambar 4.1	Pengujian Sensor Tegangan	40
Gambar 4.2	Nilai dari Pembacaan Sensor	40
Gambar 4.3	<i>Trend</i> Sensor Tegangan	41
Gambar 4.4	Pengujian Tampilan LCD	42
Gambar 4.5	Tampilan LCD	43
Gambar 4.6	Pengujian <i>Output Driver</i>	43
Gambar 4.7	Tegangan Normal	44
Gambar 4.8	Tegangan Drop	44
Gambar 4.9	Tampilan pada PC <i>Server</i> Sebelum Alat Dijalankan	45

Halaman ini sengaja dikosongkan

Thanks to :

- **Tuhan Yang Maha Esa** rahmat, hidayah, dan anugrah-Nya kepada penulis hingga Tugas Akhir ini bisa terselesaikan dengan baik dan tepat waktu;
- **Bapak, Ibu** kedua orang tuaku yang memberikan dukungan baik moral maupun material;
- **Adik** yang juga selalu mendukung dan menghibur ketika sedang penat;
- **Pak Ardy dan Pak Rudy** sebagai dosen pembimbing yang tak lelah membimbing penulis walaupun penulis terlalu banyak bertanya dan linglung dalam pengerjaan Tugas Akhir ini;
- **Bapak, Ibu Dosen serta Staff D3 Teknik Elektro** yang telah memberikan ilmu, pengalaman, serta informasi bagi penulis;
- **Keluarga APJ Jawa Timur** yang telah memberi tempat untuk Kerja Praktek hingga akhirnya muncul ide untuk Tugas Akhir;
- **Teman-teman kelas**, yang banyak membantu dan menghibur serta memberikan informasi terkait Tugas Akhir ini dengan kumatnya;
- **Semua orang** yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Surabaya, 21 Desember 2014

Safrudin Priambodo

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam sistem tenaga listrik dikenal tiga jenis daya, yaitu daya aktif atau real power (P), daya reaktif atau reactive power (Q), dan daya nyata atau apparent power (S). Daya aktif adalah daya listrik yang dibangkitkan di sisi keluaran generator, kemudian dimanfaatkan oleh konsumen; dapat dikonversi ke bentuk energi lainnya seperti energi gerak pada motor; bisa juga menjadi energi panas pada heater; ataupun dapat diubah kebentuk energi listrik lainnya. Perlu diingat bahwa daya ini memiliki satuan watt (W), kilowatt (kW) atau tenaga kuda (HP). Sedangkan daya reaktif adalah suatu besaran yang digunakan untuk menggambarkan adanya fluktuasi daya pada saluran transmisi dan distribusi akibat dibangkitkannya medan/daya magnetik atau beban yang bersifat induktif (seperti : motor listrik, trafo, dan las listrik). Walaupun namanya adalah daya, daya reaktif ini tidak nyata dan tidak bisa dimanfaatkan. Daya ini memiliki satuan volt-ampere-reaktif (VAR) atau kilovar (kVAR).

Pada konsumen level industri, beban induktif yang paling banyak digunakan adalah motor listrik atau pompa listrik. Adanya daya reaktif ini menyebabkan aliran daya aktif tidak bisa dilakukan secara efisien dan memerlukan peralatan listrik yang kapasitasnya lebih besar dari daya aktif yang diperlukan. Untuk menggambarkan seberapa efisien daya aktif yang dapat disalurkan, dalam dunia kelistrikan dikenal suatu besaran yang disebut faktor-daya atau $\cos \phi$. Nilai maksimum $\cos \phi$ adalah 1 dan nilai minimumnya adalah 0. Semakin tinggi faktor-daya maka semakin efisien penyaluran dayanya. Artinya juga, semakin kecil faktor-daya maka semakin besar daya reaktifnya. Bagi konsumen kecil atau rumah tangga, keberadaan daya reaktif tidak terlalu menjadi masalah karena PT. PLN tidak memperhitungkannya dalam penentuan tagihan listrik. Akan tetapi bagi konsumen besar, pabrik atau bangunan modern, PT. PLN mensyaratkan faktor-daya harus lebih dari 0,85. Jika nilai faktor-daya kurang dari nilai itu maka daya reaktif akan diukur dan diperhitungkan dalam penentuan besarnya tagihan. PT. PLN melakukan ini karena aliran daya reaktif yang besar menyebabkan peralatan milik PT. PLN tidak bisa bekerja secara efisien dan tidak bisa digunakan secara maksimum.

Salah satu cara untuk memperbaiki faktor daya adalah dengan memasang kompensasi kapasitif menggunakan kapasitor. Pada konsumen level industri istilah ini lebih dikenal dengan sebutan pemasangan power factor correction (PFC). Pemasangan PFC disini sama artinya dengan pemasangan PF controller dan capacitor bank (kumpulan dari kapasitor-kapasitor yang dipasang secara paralel).

1.2 Permasalahan

Permasalahan dalam Tugas Akhir ini antara lain adalah ;

1. Kurangnya pengawasan yang mendetail mengenai drop tegangan pada jaringan tegangan rendah.
2. Respon penanganan yang lambat terhadap drop tegangan yang terjadi di jaringan tegangan rendah disebabkan informasi kondisi jaringan tegangan rendah tidak *realtime*.
3. Akses informasi kondisi drop tegangan pada jaringan tegangan rendah kurang diperhatikan.

1.3 Batasan Masalah

Dari perumusan masalah di atas, maka batasan masalah dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Monitoring drop tegangan difokuskan pada JTR
2. Parameter yang di ukur hanya nilai tegangan pada sisi ujung JTR.
3. Penyebab drop tegangan diasumsikan disebabkan oleh saluran oleh saluran yang terlalu panjang. Penyebab yang lain diabaikan.
4. Jaringan *provider* telekomunikasi dianggap dalam kondisi baik dan normal
5. Data monitoring drop tegangan tidak ditampilkan dalam bentuk data *history*.
6. Panjang JTR dianggap tidak memiliki batasan maksimal.

1.4 Maksud dan Tujuan

Tujuan kami menuliskan tugas akhir ini adalah:

1. Merancang sistem jaringan tegangan rendah
2. Membuat prototype jaringan tegangan rendah
3. Membuat sistem monitoring dengan media mikrokontroler
4. Dapat memonitor tegangan pada mikrokontroler dengan menampilkan peringatan adanya drop tegangan dan penanganannya.

1.5 Sistematika Laporan

Sistematika pembahasan Tugas Akhir ini terdiri dari lima bab, yaitu pendahuluan, teori penunjang, perencanaan dan pembuatan alat, pengujian dan analisa alat, serta penutup.

BAB I : PENDAHULUAN

Membahas tentang latar belakang, permasalahan, batasan masalah, maksud dan tujuan, sistematika laporan, serta relevansi.

BAB II : TEORI PENUNJANG

Berisi teori penunjang yang mendukung dalam perencanaan dan pembuatan alat.

BAB III : PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

Membahas tentang perencanaan dan pembuatan perangkat keras yang meliputi rangkaian-rangkaian, desain bangun, dan perangkat lunak yang meliputi program yang akan digunakan untuk mengaktifkan alat tersebut.

BAB IV : PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT

Membahas tentang pengukuran, pengujian, dan penganalisaan terhadap kepresisian sensor dan alat yang telah kami buat.

BAB V : PENUTUP

Menjelaskan tentang kesimpulan dari tugas akhir ini dan saran-saran untuk pengembangan alat ini lebih lanjut.

1.6 Relevansi

Diharapkan prospek ke depan dari alat ini dapat bermanfaat untuk unit - unit PLN terkait, agar lebih efisien dalam sistem pemantauan dan pendeteksi drop tegangan pada jaringan tegangan rendah secara dini. Serta perbaikannya dengan metode yang lebih baik.

Halaman ini sengaja di kosongkan

BAB II

TEORI PENUNJANG

Pada bab ini membahas tentang teori dasar dan teori penunjang dari peralatan-peralatan yang digunakan dalam pembuatan alat prototipe monitoring perbaikan drop tegangan pada jaringan tegangan rendah menggunakan mikrokontroler. Dan juga teori yang mendukung penyelesaian Tugas Akhir ini di antaranya adalah mengenai jaringan distribusi tenaga listrik, sensor tegangan, wifi, dan *Delphi*.

2.1 Sistem Tenaga Listrik [1]

Sistem tenaga listrik merupakan sekumpulan pusat listrik dan pusat beban atau gardu induk yang dihubungkan oleh jaringan transmisi sehingga menjadi sebuah kesatuan interkoneksi. Pada dasarnya sistem tenaga listrik dapat dibagi menjadi tiga kelompok sub-sistem yaitu :

1. Sistem Pembangkit
2. Sistem Transmisi
3. Sistem Distribusi

Sistem pembangkitan terdiri atas sejumlah unit-unit pembangkit yang umumnya tersebar luas pada daerah pelayanan sistem interkoneksi jaringan sistem tenaga listrik. stasiun pembangkit umumnya terdiri lebih dari satu unit pembangkit tergantung dari kebutuhannya dan sarana infrastruktur yang dibutuhkan untuk mendukung pengoperasian sistem-sistem tersebut. Tegangan keluaran pembangkit-pembangkit biasanya berkisar diantara 6,6 hingga 24kV tergantung dari pihak pabrik pembuat, tidak ada standar umum yang dibuat untuk mengatur tegangan keluaran generator.

Pembangkit dapat dibedakan menjadi berbagai jenis seperti Pusat Listrik Tenaga Diesel (PLTD), Pusat Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU), Pusat Listrik Tenaga Air (PLTA), Pusat Listrik Tenaga Nuklir (PLTN), dan Pusat Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP). Energi alam berupa tenaga angin, tenaga pasang naik dan pasang surut air laut masih belum dimanfaatkan dengan baik. Energi alam yang berasal dari fosil

seperti batu bara, minyak bumi dan gas alam adalah sumber dari mana tenaga listrik dibuat.

Pembangkit dapat dibedakan menjadi berbagai jenis seperti Pusat Listrik Tenaga Diesel (PLTD), Pusat Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU), Pusat Listrik Tenaga Air (PLTA), Pusat Listrik Tenaga Nuklir (PLTN), dan Pusat Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP). Energi alam berupa tenaga angin, tenaga pasang naik dan pasang surut air laut masih belum dimanfaatkan dengan baik. Energi alam yang berasal dari fosil seperti batu bara, minyak bumi dan gas alam adalah sumber dari mana tenaga listrik dibuat.

Energi alam yang berasal dari fosil seperti batu bara, minyak bumi dan gas alam adalah sumber dari mana tenaga listrik dibuat. Pada umumnya sistem tenaga listrik dapat dibagi menjadi dua macam pembangkit yaitu :

1. Pembangkit listrik tenaga thermal yang terdiri dari PLTGU, PLTD, PLTPB, dan PLTN.
2. Pembangkit listrik tenaga hydro yang terdiri dari PLTA.

Sedangkan sistem Transmisi berfungsi menyalurkan tenaga listrik dari pusat pembangkit ke pusat beban melalui saluran transmisi. Saluran transmisi akan mengalami rugi-rugi tenaga, maka untuk mengatasi hal tersebut tenaga yang akan dikirim dari pusat pembangkit ke pusat beban harus ditransmisikan dengan tegangan tinggi maupun tegangan ekstra tinggi. Sistem Transmisi pada dasarnya dapat dikategorikan menjadi :

1. Pembangkit Berdasarkan arus terdiri dari saluran transmisi arus bolak-balik dan saluran transmisi arus searah.
2. Berdasarkan tegangan terdiri dari saluran tegangan rendah, saluran tegangan menengah, saluran tegangan tinggi, dan saluran ekstra tinggi, yang masing-masing mengikuti standar tertentu.

Komponen Transmisi Listrik Saluran transmisi Tenaga Listrik terdiri atas :

1. Konduktor
2. Isolator
3. Infrastruktur Tiang Penyangga

Klasifikasi tegangan transmisi listrik

1. Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) 200kV-500kV
2. Saluran Kabel Tegangan Tinggi (SKTT) 30kV-150kV
3. Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 6kV-30kV
4. Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM) 6kV-20kV
5. Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR) 40V-1000V
6. Saluran Kabel Tegangan Rendah (SKTR) 40V-1000V.

Lalu yang terakhir sistem Distribusi berfungsi mendistribusikan tenaga listrik ke konsumen yang berupa pabrik, industri, perumahan dan sebagainya. Sistem distribusi tenaga listrik meliputi semua jaringan tegangan menengah 20kV dan semua jaringan tegangan rendah 220/380 V hingga meter-meter pelanggan.

Distribusi tenaga listrik dilakukan dengan menarik kawat-kawat distribusi baik penghantar udara maupun penghantar di bawah tanah dari mulai gardu induk hingga ke pusat-pusat beban. Setiap elemen jaringan distribusi ada lokasi tertentu dibangun gardu-gardu distribusi dimana tegangan distribusi diturunkan ke level tegangan yang lebih rendah yaitu dari 20kV/380kV. Dari gardu – gardu ini kemudian para pelanggan listrik dilayani dengan menarik kabel-kabel tegangan rendah menjelajah sepanjang pusat-pusat pemukiman, komersial maupun pusat-pusat industri.

2.2 Sistem Distribusi Tenaga Listrik [2]

Sistem distribusi ialah jaringan listrik antara pusat pembangkit sampai dengan pusat pemakaian (kWh pelanggan). Tegangan yang dibangkitkan oleh generator biasanya berkisar antara 6 kV sampai 20 kV tergantung dari pabrik pembuat. Untuk mencegah kerugian daya yang besar pada waktu mengirim tenaga listrik dari pembangkit melalui jaringan transmisi ke pusat-pusat beban yang letaknya sangat jauh dari pembangkit maka sebelum ditransmisikan, tegangan ini dinaikkan terlebih dahulu menjadi 70 kV sampai 500 kV.

Transmisi adalah bagian yang menyalurkan energi listrik dari pusat listrik ke pusat beban yang diterima oleh

Gardu Induk (GI). Untuk jarak yang sedang digunakan tegangan transmisi 70 kV. Untuk jarak yang jauh digunakan tegangan transmisi 150 kV sedangkan untuk jarak yang sangat jauh digunakan tegangan transmisi sampai 500 kV. Sistem distribusi ini dapat dikelompokkan ke dalam dua tingkat yaitu :

1. Sistem Jaringan Distribusi Primer disebut Jaringan Tegangan Menengah (JTM)
2. Sistem Jaringan Distribusi Sekunder disebut Jaringan Tegangan Rendah (JTR)

Dari uraian diatas telah disinggung bahwa system distribusi di bedakan menjadi dua yaitu sistem distribusi primer dan sistem distribusi sekunder. Jaringan sistem distribusi primer digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu induk distribusi ke pusat-pusat beban. Sistem ini dapat menggunakan saluran udara, kabel udara, maupun kabel tanah sesuai dengan tingkat keandalan yang diinginkan dan kondisi serta situasi lingkungan. Saluran distribusi ini direntangkan sepanjang daerah yang akan di suplai tenaga listrik sampai ke pusat beban. Terdapat bermacam-macam bentuk rangkaian jaringan distribusi primer, yaitu:

1. Sistem radial yang merupakan jaringan sistem distribusi primer yang sederhana dan murah biaya investasinya. Pada jaringan ini arus yang paling besar adalah yang paling dekat dengan Gardu Induk. Tipe ini dalam penyaluran energi listrik kurang handal karena bila terjadi gangguan pada penyulang maka akan menyebabkan terjadinya pemadaman pada penyulang tersebut.
2. Sistem Spindle merupakan jaringan distribusi primer gabungan dari struktur radial yang ujung-ujungnya dapat disatukan pada gardu hubungdan terdapat penyulang ekspres. Penyulang ekspres (*express feeder*) ini harus selalu dalam keadaan bertegangan, dan siap terus menerus untuk menjamin bekerjanya system dalam menyalurkan energi listrik ke beban pada saat terjadi gangguan atau pemeliharaan. Dalam keadaan normal tipe ini beroperasi secara radial.
3. Sistem Ring/Loop merupakan jaringan distribusi primer, gabungan dari dua tipe jaringan radial dimana

ujung kedua jaringan dipasang PMT. Pada keadaan normal tipe ini bekerja secara radial dan pada saat terjadi gangguan PMT dapat dioperasikan sehingga gangguan dapat terlokalisasi. Tipe ini lebih handal dalam penyaluran tenaga listrik dibandingkan tipe radial namun biaya investasi lebih mahal.

4. Sistem Mesh dibentuk dari beberapa Gardu Induk yang saling dihubungkan sehingga daya beban disuplai oleh lebih dari satu gardu Induk dibandingkan dengan dua tipe sebelumnya, tipe ini lebih handal dan biaya investasi lebih mahal.
5. Sistem cluster ini pada dasarnya sama dengan jaringan spindle, tetapi gardu hubungannya lebih dari satu. Biaya investasi pembangunannya lebih mahal dari struktur spindle tetapi keandalannya lebih tinggi.
6. Sistem margerithe merupakan gabungan dari struktur jaringan spindle. Apabila salah satu sisi terjadi gangguan maka beban dapat disuplai dari sisi yang lain. Biaya investasinya lebih mahal dari struktur jaringan lain.

Sistem distribusi sekunder digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu distribusi ke beban-beban yang ada di konsumen. Pada sistem distribusi sekunder bentuk saluran yang paling banyak digunakan ialah sistem radial. Sistem ini dapat menggunakan kabel yang berisolasi maupun konduktor tanpa isolasi. Sistem ini biasanya disebut sistem tegangan rendah yang langsung akan dihubungkan kepada konsumen/pemakai tenaga listrik dengan melalui peralatan-peralatan sebagai berikut:

1. Papan pembagi pada trafo distribusi,
2. Hantaran tegangan rendah (saluran distribusi sekunder).
3. Saluran Layanan Pelanggan (SLP) (ke konsumen/pemakai)
4. Alat Pembatas dan pengukur daya (kWh meter) serta fuse atau pengaman pada pelanggan.

2.3 Drop Tegangan

Tegangan jatuh secara umum adalah tegangan yang digunakan pada beban. Tegangan jatuh ditimbulkan oleh arus yang mengalir melalui tahanan kawat. Tegangan jatuh V pada penghantar semakin besar jika arus I di dalam penghantar semakin besar dan jika tahanan penghantar R_l semakin besar pula. Tegangan jatuh merupakan penanggung jawab terjadinya kerugian pada penghantar karena dapat menurunkan tegangan pada beban. Akibatnya hingga berada di bawah tegangan nominal yang dibutuhkan. Atas dasar hal tersebut maka tegangan jatuh yang diijinkan untuk instalasi arus kuat hingga 1.000 V yang ditetapkan dalam persen dari tegangan kerjanya.

Sesuai dengan standar tegangan yang ditentukan oleh PLN (SPLN), perancangan jaringan dibuat agar jatuh tegangan di ujung diterima 10%. Tegangan jatuh pada jaringan disebabkan adanya rugi tegangan akibat hambatan listrik (R) dan reaktansi (X). Jatuh tegangan phasor V_d pada suatu penghantar yang mempunyai impedansi (Z) dan membawa arus (I) dapat dijabarkan dengan rumus :

$$V_d = I \cdot Z \dots\dots\dots 1$$

Dalam pembahasan ini yang dimaksudkan dengan jatuh tegangan (ΔV) adalah selisih antara tegangan kirim (V_k) dengan tegangan terima (V_T), maka jatuh tegangan dapat didefinisikan adalah :

$$\Delta V = (V_k) - (V_T) \dots\dots\dots 2$$

Karena adanya resistansi pada penghantar maka tegangan yang diterima konsumen (V_r) akan lebih kecil dari tegangan kirim (V_s), sehingga tegangan jatuh (V_{drop}) merupakan selisih antara tegangan pada pangkal pengiriman (sending end) dan tegangan pada ujung penerimaan (receiving end) tenaga listrik. Tegangan jatuh relatif dinamakan regulasi tegangan V_R (*voltage regulation*) dan dinyatakan oleh rumus :

$$V_R = \frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100\% \dots\dots\dots 3$$

Dimana :

Vs = tegangan pada pangkal pengiriman

Vr = tegangan pada ujung penerimaan

Untuk menghitung jatuh tegangan, diperhitungkan reaktansinya, maupun faktor dayanya yang tidak sama dengan satu, maka berikut ini akan diuraikan cara perhitungannya. Dalam penyederhanaan perhitungan, diasumsikan beban-bebannya merupakan beban fasa tiga yang seimbang dan faktor dayanya (Cos φ) antara 0,6 s/d 0,85. tegangan dapat dihitung berdasarkan rumus pendekatan hubungan sebagai berikut :

$$(\Delta V) = I (R \cdot \cos \phi + X \cdot \sin \phi)$$

$$L \dots\dots\dots 4$$

Dimana :

I = Arus beban (Ampere)

R = Tahanan rangkaian (Ohm)

X = Reaktansi rangkaian (Ohm)

2.4 Menghitung Jatuh Tegangan (Voltage Drop)

Untuk sistem suplay tegangan AC, metode menghitung jatuh tegangan (voltage drop) adalah dengan berdasarkan faktor beban dengan mempertimbangkan arus beban penuh pada suatu sistim. Tetapi jika beban memiliki arus startup tinggi (misalnya motor), maka tegangan drop dihitung dengan berdasarkan pada arus start up motor tersebut serta faktor daya

.Untuk sistem tiga phasa :

$$V_3 = \sqrt{3} I (R_c \cos \phi + X_c \sin \phi) L / 1000$$

Dimana :

V₃ : Tegangan Jatuh (Voltage Drop) Tiga Fasa

I : adalah arus beban penuh atau arus nominal atau arus saat start

R_c : adalah resistansi ac kabel (Ω / km)

X_c : adalah reaktansi ac kabel (Ω / km)

\cos : adalah faktor daya beban (pu)

L : adalah panjang kabel (m)

Untuk sistem fase tunggal :

$$V_I = [2 I (R_c \cos + X_c \sin) L] / 1000$$

Dimana :

V_I : Tegangan Jatuh (Voltage Drop) Satu Fasa

I : adalah arus beban penuh atau arus nominal atau arus saat start

R_c : adalah resistansi ac kabel (Ω / km)

X_c : adalah reaktansi ac kabel (Ω / km)

\cos : adalah faktor daya beban (pu)

L : adalah panjang kabel (m)

2.5 Hardware

Pada bagian ini akan menjelaskan teori-teori mengenai *hardware* yang digunakan, yaitu Sistem Minimum yang terdiri dari mikrokontroler Atmega16, sensor tegangan, Komunikasi serial yang terdiri dari RS232, kapasitor bank.

2.5.1 Sensor Tegangan

Sensor tegangan untuk tiap fasanya terdiri dari sebuah trafo *center tap*, dua buah dioda, sebuah kapasitor, dan dua buah resistor sebagai pembagi tegangan. Trafo *center tap* digunakan untuk menurunkan tegangan *input* dari sumber tiga fasa. Tegangan AC kemudian disearahkan oleh dioda. Setelah disearahkan, tegangan diturunkan lagi dengan menggunakan rangkaian *voltage divider* yang terdiri dari dua buah resistor. Untuk memperkecil riak tegangan *output* DC maka digunakan kapasitor. Seperti ditunjukkan pada **gambar 2.1**:



Gambar 2.1 Bentuk Fisik Sensor

2.5.2 Transformator 500mA[5]

Pada trafo 500 mA terdapat sebuah titik yang bersifat sebagai *ground* pada lilitan sekunder trafo 500mA. Titik 500 mA adalah titik 0 volt lilitan sekunder yang dihubungkan keluar lilitan dan bersifat sebagai *ground*. Jadi, semisal terdapat 10 lilitan kawat pada bagian sekundernya maka diantara lilitan ke-5 dan ke-6 dihubungkan pada sebuah kawat yang terhubung keluar lilitan. **Gambar 2.2** menunjukkan sebuah trafo 500 mA.



Gambar 2.2 Transformator 500mA

Tegangan sekunder yang dihasilkan oleh trafo 500 mA ini ada dua macam. Tegangan tersebut mempunyai amplitudo yang sama namun saling berlawanan fasa. Tegangan sekunder trafo 500 mA diukur dari salah satu ujung lilitan terhadap titik *ground*-nya.

Pada sensor tegangan, terdapat penyearah (*rectifier*) yang berfungsi untuk mengubah sinyal tegangan AC menjadi DC.

2.5.3 Penyearah Gelombang Penuh [6]

Rangkaian penyearah gelombang penuh dengan menggunakan trafo 500 mA. Terminal sekunder dari trafo 500 mA mengeluarkan dua buah tegangan keluaran yang sama tetapi fasanya berlawanan dengan titik 500 mA. sebagai titik tengahnya. Kedua keluaran ini masing-masing dihubungkan ke D_1 dan D_2 , sehingga saat D_1 mendapat sinyal siklus positif maka D_2 mendapat sinyal siklus negatif, dan sebaliknya.

Dengan demikian, D_1 dan D_2 hidupnya bergantian. Namun karena arus i_1 dan i_2 melewati tahanan beban (R_L) dengan arah yang sama, maka i_L menjadi satu arah. Rangkaian penyearah gelombang penuh ini merupakan gabungan dua buah penyearah setengah gelombang yang hidupnya bergantian setiap setengah siklus, sehingga arus maupun tegangan rata-ratanya adalah dua kali dari penyearah setengah gelombang.

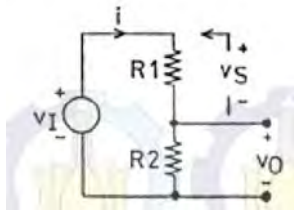
2.5.4 Penyearah Dilengkapi Filter Kapasitor [7]

Filter dalam *rectifier* berfungsi untuk mendapatkan tegangan *output* searah yang rata dari rangkaian *rectifier*. Tujuan dari penyearahan adalah memperoleh arus searah. Dalam penyearah tidak memperoleh arus searah murni melainkan arus searah yang berubah secara periodik. Jadi arus searah ini mengandung komponen arus bolak-balik.

Variasi tegangan ini disebut riak tegangan (*ripple*). Riak tegangan pada penyearah gelombang penuh lebih kecil jika dibandingkan dengan riak tegangan pada penyearah setengah gelombang. Untuk lebih memperkecil riak tegangan ini digunakan filter yang bertugas untuk meloloskan komponen searah dan mencegah komponen bolak-balik. Kapasitor dapat menyimpan energi. Pada saat tegangan sumber naik, kapasitor akan terisi sampai mencapai tegangan maksimum. Pada saat tegangan sumber menurun, kapasitor akan melepaskan energi yang disimpannya melalui beban (karena pada saat ini dioda tidak konduksi). Dengan demikian beban akan tetap memperoleh aliran energi walaupun dioda tidak konduksi. Selanjutnya bila dioda konduksi lagi, kapasitor akan terisi dan energi yang tersimpan ini akan dilepaskan lagi pada waktu dioda tidak konduksi, dan demikian seterusnya. Dengan menambahkan kapasitor, riak tegangan dapat diperkecil.

2.5.5 Rangkaian Pembagi Tegangan [8]

Rangkaian pembagi tegangan biasanya digunakan untuk membuat suatu tegangan referensi dari sumber tegangan yang lebih besar. Rangkaian pembagi tegangan pada dasarnya dapat dibuat dengan 2 buah resistor. **Gambar 2.3** menunjukkan sebuah rangkaian pembagi tegangan.



Gambar 2.3 Rangkaian Pembagi Tegangan

Dari rangkaian pembagi tegangan di atas dapat dirumuskan tegangan *output* V_o . Arus (I) mengalir pada R_1 dan R_2 sehingga nilai tegangan sumber V_i adalah penjumlahan V_s dan V_o sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$V_i = V_s + V_o = i \cdot R_1 + i \cdot R_2$$
$$V_o = V_i \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} \dots\dots\dots (2.3)$$

2.5.6 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umunya dapat menyimpan program didalamnya. Mikrokontroler umumnya terdiri dari *CPU (Central Processing Unit)*, memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti *Analog-to-Digital Converter (ADC)* yang sudah terintegrasi di dalamnya. Kelebihan utama dari mikrokontroler ialah tersedianya RAM dan peralatan I/O pendukung sehingga ukuran board mikrokontroler menjadi sangat ringkas.

2.5.7 Mikrokontroler AT-Mega16 [9]

Berikut ini ditunjukkan konfigurasi *pin* AT-MEGA 16 pada **Gambar 2.4**:

(XCK/TA) PB0	1	40	PA0 (ADC0)
(TD) PB1	2	39	PA1 (ADC1)
(INT2/AN0) PB2	3	38	PA2 (ADC2)
(OC2/AN1) PB3	4	37	PA3 (ADC3)
(SS) PB4	5	36	PA4 (ADC4)
(AN0) PB5	6	35	PA5 (ADC5)
(AN1) PB6	7	34	PA6 (ADC6)
(SCK) PB7	8	33	PA7 (ADC7)
RESET	9	32	AREF
VCC	10	31	RD0
GND	11	30	AVCC
XTAL2	12	29	PC7 (TOSC2)
XTAL1	13	28	PC6 (TOSC1)
(RD0) PD0	14	27	PC5 (TAR)
(RD1) PD1	15	26	PC4 (TDO)
(INT0) PD2	16	25	PC3 (TMS)
(INT1) PD3	17	24	PC2 (TCK)
(OC0A) PD4	18	23	PC1 (STPA)
(OC1A) PD5	19	22	PC0 (SCL)
(ICP1) PD6	20	21	PD7 (OC2)

Gambar 2.4 Atmega 16

Fungsi dari masing-masing *pin* ATmega16 adalah sebagai berikut :

- Vcc : Masukan tegangan catu daya
- GND : *Ground*
- Port A (PA7..PA0) : Port A berfungsi sebagai masukan *analog* ke ADC internal pada mikrokontroler ATmega16. Selain itu juga berfungsi sebagai *port* I/O dua arah 8 bit, jika ADC-nya tidak digunakan. Masing-masing *pin* menyediakan resistor *pullup* internal yang bisa diaktifkan untuk masing-masing bit
- Port B (PB7..PB0) : Port B berfungsi sebagai *port* I/O dua arah 8 bit. Masing-masing *pin* menyediakan resistor *pullup* internal yang bisa diaktifkan untuk masing-masing bit
- Port C (PC7..PC0) : Port C berfungsi sebagai *port* I/O dua arah 8 bit. Masing-masing *pin* menyediakan resistor *pullup* internal yang bisa diaktifkan untuk masing-masing bit. Resistor *pull up* internal berkaitan dengan rangkaian internal pada mikrokontroler AVR yang bersangkutan
- Port D (PD7..PD0) : Port D berfungsi sebagai *port* I/O dua arah 8 bit. Masing-masing *pin* menyediakan resistor *pullup* internal yang bisa diaktifkan untuk masing-masing bit
- RESET : Masukan *reset*. Level rendah pada *pin* ini selama lebih dari lama waktu minimum yang ditentukan akan menyebabkan *reset*, walaupun *clock* tidak dijalankan
- XTAL1 : Masukan ke penguat osilator terbalik (*inverting*) dan masukan ke rangkaian *clock* internal
- XTAL2 : Keluaran dari penguat osilator terbalik

- j. AVCC : Merupakan masukan tegangan catu daya untuk *Port A* sebagai ADC, biasanya dihubungkan ke Vcc, walaupun ADCnya tidak digunakan. Jika ADC digunakan sebaiknya dihubungkan ke Vcc melalui tapis lolos-bawah (*low-pass filter*)
- k. AREF : Merupakan tegangan referensi untuk ADC.

2.5.8 Kapasitor Bank

Kapasitor yang akan digunakan untuk memperbesar pf dipasang paralel dengan rangkaian beban. Bila rangkaian itu diberi tegangan maka elektron akan mengalir masuk ke kapasitor. Pada saat kapasitor penuh dengan muatan elektron maka tegangan akan berubah. Kemudian elektron akan ke luar dari kapasitor dan mengalir ke dalam rangkaian yang memerlukan dengan demikian pada saat itu kapasitor membangkitkan daya reaktif. Bila tegangan yang berubah itu kembali normal (tetap) maka kapasitor akan menyimpan kembali elektron. Pada saat kapasitor mengeluarkan elektron (Ic) berarti sama juga kapasitor menyuplai daya reaktif ke beban. Karena beban bersifat induktif (+) sedangkan daya reaktif bersifat kapasitor (-) akibatnya daya reaktif yang berlaku menjadi kecil. Seperti ditunjukkan pada **gambar 2.5**. Kapasitor yang akan digunakan untuk memperkecil atau memperbaiki pf penempatannya ada 2 cara:

1. Terpusat kapasitor ditempatkan pada:
 - a. Sisi primer dan sekunder transformator
 - b. Pada bus pusat pengontrol
2. Cara terbatas kapasitor ditempatkan
 - a. *Feeder* kecil
 - b. Pada rangkaian cabang
 - c. Langsung pada beban

Kapasitor yang digunakan untuk memperbaiki pf supaya tahan lama tentunya harus dirawat secara teratur. Dalam perawatan itu perhatian harus dilakukan pada tempat yang lembab yang tidak terlindungi dari debu dan kotoran. Sebelum melakukan pemeriksaan pastikan bahwa kapasitor tidak terhubung lagi dengan sumber. Kemudian karena kapasitor ini masih mengandung muatan berarti masih ada arus/tegangan listrik maka kapasitor itu harus dihubungkan singkatkan supaya

muatannya hilang. Adapun jenis pemeriksaan yang harus dilakukan meliputi :

- Pemeriksaan kebocoran
- Pemeriksaan kabel dan penyangga kapasitor
- Pemeriksaan isolator



Gambar 2.5 Kapasitor Bank

2.6 Delphi [7]

Delphi merupakan Pemrograman Terintegrasi (*Integrate Development Environment / IDE*). *Delphi* bukan bahasa pemrograman, tetapi perangkat lunak yang menyediakan seperangkat alat (tools) untuk membantu pemrogram dalam menulis program komputer. *Delphi* menggunakan *Object Pascal* sebagai bahasa pemrogramannya. *Object Pascal* merupakan bahasa Pascal yang diberi tambahan kemampuan untuk menerapkan konsep-konsep *OOP (Object Oriented Programming)*. Seluruh sintak *Object Pascal* menggunakan aturan yang ada di dalam Pascal, termasuk perintah-perintah dasar seperti *control structures*, *variabels*, *array*, dan sebagainya.

Peralatan yang disediakan oleh *Delphi* memberikan kemudahan bagi pemrogram untuk membuat program secara visual (*visual programming*). *Visual programming* adalah metoda dimana sebagian atau keseluruhan program dibuat dengan cara menggambarkan tampilan / hasil akhir dan kemudian meminta beberapa perangkat untuk membuat kode-kode program berdasarkan gambaran hasil akhir tersebut.

Karena program yang dibuat di dalam *Delphi* berjalan di dalam sistem operasi *Windows* maka kegiatan program dilakukan berdasarkan metoda *event-driven programs*. Event-

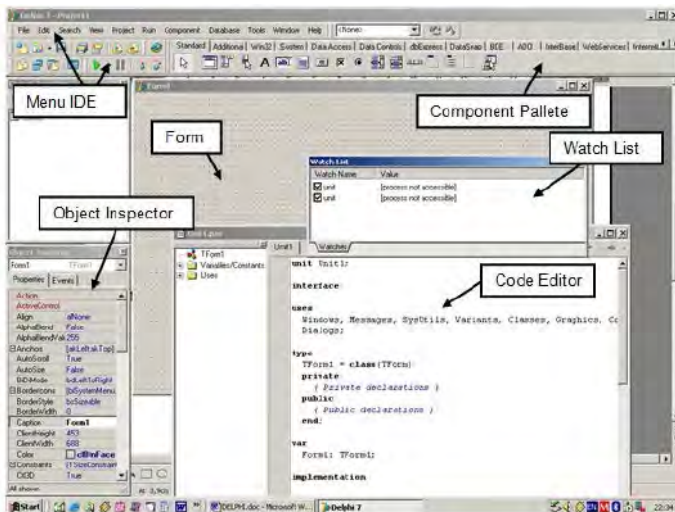
driven programming adalah metoda mengeksekusi kode program berdasarkan pesan (*messages/events*) yang diberikan oleh pemakai ataupun oleh sistem operasi atau program lainnya. Sebagai contoh : apabila pemakai menekan tombol kiri mouse dan kemudian melepaskannya dengan cepat (kita mengenal itu sebagai klik) maka tindakan tersebut akan membuat aplikasi menerima pesan *mouse down* yang disertai dengan informasi tombol mana yang ditekan dan lokasi kursor saat klik dilakukan, tetapi apabila pemakai menekan tombol kiri mouse dan kemudian menggeser mouse tanpa melepaskan tombol kiri maka aplikasi akan menerima pesan *mouse move*.

2.6.1 Peralatan pada *Delphi*

Beberapa peralatan yang disediakan oleh *Delphi* dan cukup diketahui antara lain:

- a. *Code Editor*
- b. *Form*
- c. *Object Inspector*
- d. *Component Pallete*
- e. *Project Manager*
- f. *Watch List*
- g. *Compiler dan Linker*
- h. *Debugger*
- i. dan sebagainya

Peralatan-peeralatan tersebut digunakan sebagai sarana untuk memasukkan program ataupun membuat tampilan untuk aplikasi yang akan dibuat. Seperti ditunjukkan pada **gambar 2.6.**



Gambar 2.6 Tampilan pada *Software Delphi*

2.6.2 *Code Editor*

Code Editor merupakan peralatan yang digunakan untuk menuliskan kode-kode program. *Code Editor* menyediakan sejumlah fasilitas penyuntingan (editing) seperti : *copy*, *cut*, *paste*, *find*, *replace*, dan sebagainya. *Code Editor* mengetahui apakah yang ditulis merupakan perintah *Object Pascal* atau bukan dan menampilkan tulisan sesuai dengan tipe / kelompok tulisan tersebut.

2.6.3 *Form*

Form merupakan area dimana pemrogram meletakkan komponen-komponen input dan output. *Delphi* akan secara otomatis membuat kode-kode program untuk membuat dan mengatur komponen-komponen tersebut. Umumnya pada setiap aplikasi ada paling tidak satu buah *form* dan *form* tersebut dijadikan sebagai form utama (*Main Form*).

Setiap form selalu disimpan dalam 2 buah file, yaitu :
 1) file dengan akhiran .dfm ; 2) file dengan akhiran .pas. File berakhiran .dfm menyimpan informasi mengenai komponen-

komponen yang ada di dalam *form* sedangkan file berakhiran .pas menyimpan informasi mengenai kode-kode program yang berhubungan dengan form tersebut. Tetapi, tidak setiap file .pas selalu mempunyai pasangan .dfm.

2.6.4 Component Pallete

Component Pallete adalah peralatan yang menyediakan daftar komponen yang dapat digunakan oleh pemrogram. Komponen di dalam Delphi dibedakan menjadi dua macam, yaitu :

1. Komponen Visual
2. Komponen Non Visual

Komponen Visual adalah komponen yang memberikan tampilan tertentu pada saat dimasukkan ke dalam form, sedangkan komponen non-visual adalah komponen yang tidak memberikan tampilan tertentu saat dimasukkan ke dalam form. Komponen non-visual yang dimasukkan ke dalam form hanya ditampilkan sebagai sebuah kotak berisi simbol tertentu.

2.6.5 Object Inspector

Object Inspector adalah peralatan yang digunakan untuk mengatur properti dari komponen yang ada di form termasuk properti form. *Object Inspector* memberi dua macam peralatan, yaitu :

1. Properties
2. Events

Peralatan Properties adalah peralatan yang digunakan untuk mengubah atau mengatur nilai-nilai dari properti komponen sedangkan Peralatan Events digunakan untuk membuat event-handler. Event handler adalah prosedur yang digunakan khusus untuk menanggapi satu event / message tertentu.

2.6.6 Watch List

Watch List merupakan peralatan yang digunakan untuk memeriksa isi satu variabel atau properti tertentu saat program sedang dieksekusi. *Watch List* biasanya digunakan bersamaan dengan *Break Points* dan *Step-by-Step execution*.

Kita akan mempelajari ini pada akhir pelatihan untuk melihat bagaimana mencari kesalahan di dalam program dengan cepat.

2.6.7 Tombol-tombol *ShortCut*

Untuk berpindah dari satu peralatan ke peralatan lain anda dapat melakukannya dengan mengklik jendela dari peralatan tersebut, tetapi ada cara yang lebih cepat untuk berpindah dari satu peralatan ke peralatan lain.

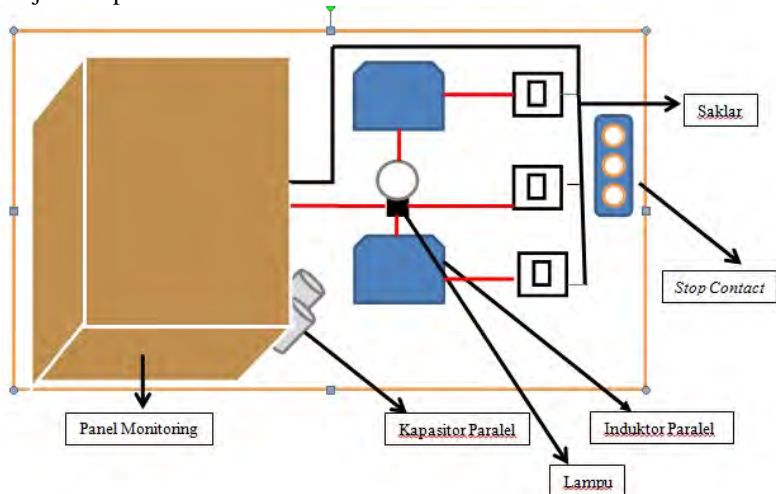
BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Pada tahap perancangan ini dibahas mengenai pembuatan dan penggunaan dari perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Penjelasan detail mengenai perangkat-perangkat tersebut akan disampaikan pada sub bab dibawah.

3.1 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Monitoring drop tegangan dan perbaikannya pada sistem jaringan tegangan rendah dibuat pada Tugas Akhir ini untuk mengetahui kesiapan sistem jaringan tegangan rendah dalam mensuplai tegangan sehingga JTR (Jaringan Tegangan Rendah) dapat tetap bekerja sesuai fungsinya menyuplai tegangan pada saat kondisi tegangan berkurang atau pemberitahuan ketika ada drop tegangan yang terjadi secara berlebihan. Berikut adalah perancangan alat secara keseluruhan yang ditunjukkan pada **Gambar 3.1**.



Gambar 3.1 Perancangan Alat Secara Keseluruhan

Sistem monitoring diperlukan karena adanya kondisi jaringan tegangan rendah yang tidak diketahui kondisinya kecuali dilakukan pada saat pemeriksaan dan pemeliharaan tahunan. Ketika tegangan pada bagian ujung jaringan terjadi drop tegangan, tegangan yang diberikan dapat kurang dari standar tegangan sehingga layanan yang diberikan oleh PLN tidaklah maksimal. Hal ini merugikan karena dapat mengurangi kepercayaan pelanggan PLN. Sistem kerja JTR (Jaringan Teganagan Rendah) yang dapat mengalami drop dapat dilihat pada *single line* diagram jaringan tegangan rendah seperti pada **Gambar 3.2** berikut:

Pada sistem monitoring ini akan diukur nilai tegangan di sisi ujung JTR. Pengukuran ini bertujuan untuk mendeteksi apabila terjadi drop tegangan hingga diluar standar yang diijinkan. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan sensor tegangan yang terpasang di sisi ujung JTR. Dalam hal ini, tegangan yang terukur adalah tegangan rms. Tegangan rms atau tegangan akar kuadrat rata-rata adalah tegangan yang didefinisikan sebagai:

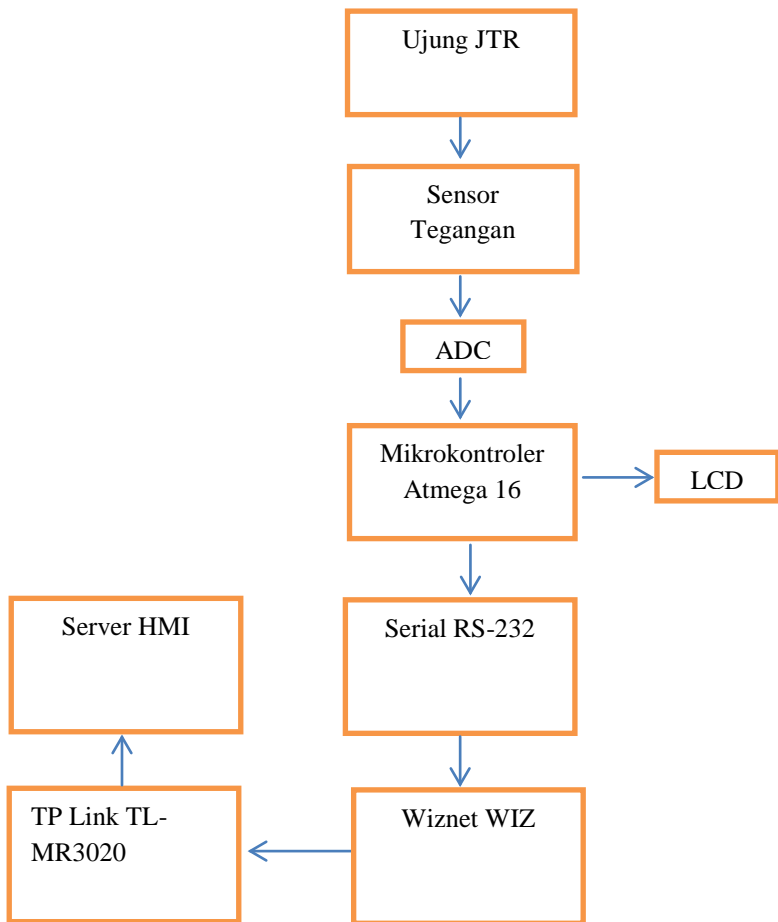
$$V_{rms} = V_m \sqrt{2} \dots\dots\dots(3.4)$$

Keterangan :

V_{rms} = Tegangan rms (V)

V_m = Tegangan maksimal (V)

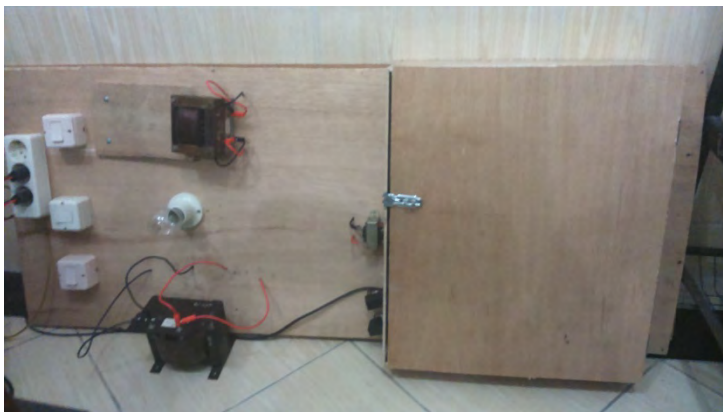
Tegangan inilah yang terbaca pada alat ukur yang digunakan untuk pengujian sensor tegangan, yaitu voltmeter. Tegangan di sisi ujung jaringan tegangan rendah diukur dengan menggunakan sensor tegangan. *Output* sensor tegangan kemudian masuk ke *pin* ADC mikrokontroler. Data dari sensor akan diakuisisi oleh sistem minimum yang menggunakan mikrokontroler AT-Mega16 dan kemudian ditampilkan ke *LCD*. Hasil akuisisi data dari mikrokontroler dikirim secara komunikasi serial RS-232 ke Wiznet dan TP-Link sebagai media transmisi data. Mikrokontroler AVR AT-Mega16 akan mengirimkan data setiap satu jam sekali menuju server untuk menginformasikan nilai tegangan ujung JTR. Data yang telah diterima akan ditampilkan ke dalam *software* HMI *Delphi*. Apabila nilai tegangan yang terdeteksi adalah dibawah 198 V dan terjadi selama 20 menit atau lebih maka akan diketahui server sebagai peringatan ke PLN yaitu dengan indikator drop tegangan pada tampilan di layar komputer yang berubah warna.



Gambar 3.2 Diagram Fungsional Sistem Alat Secara Keseluruhan

3.1.1 Prototipe pada Ujung Jaringan Tegangan Rendah

Prototipe pada ujung JTR dibuat di atas kayu dengan bagian atas yang terbuka. Gambar 3.1 menunjukkan rancangan prototipe JTR. Pada Gambar 3.3 ditunjukkan posisi panel monitoring drop tegangan pada tiang terakhir JTR.

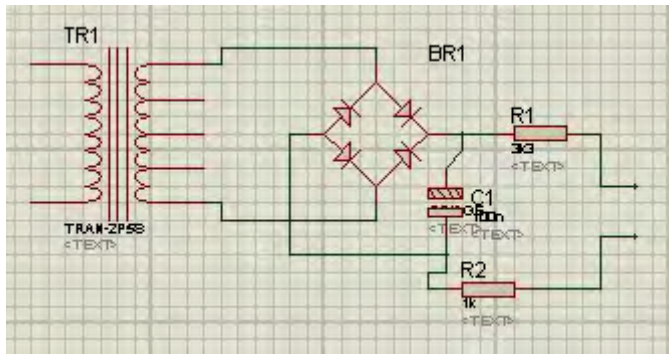


Gambar 3.3 Tampilan Luar Alat

Namun pada prototipe ini panel tidak diletakkan menempel pada tiang karena ukuran panel yang jauh lebih besar dibandingkan dengan tiang. Posisi panel monitoring drop tegangan pada prototipe ditunjukkan pada **Gambar 3.3**.

3.1.2 Perancangan Rangkaian Sensor Tegangan

Rangkaian sensor tegangan digunakan untuk membaca nilai tegangan pada sistem DC. Sensor tegangan terdiri dari 2 buah reistor 10k Ω , trafo 500 mA, 1 buah kiprok 2 A dan kapasitor 470 μf . Resistor digunakan untuk membagi tegangan masuk untuk menjadi input yang kemudian dibaca oleh ADC mikrokontroler untuk ditampilkan pada LCD.



Gambar 3.4 Rangkaian Sensor Tegangan

Sesuai **Gambar 3.4** di atas, *output* dari sensor akan memiliki nilai tegangan antara 0-5V sesuai dengan *input* tegangan sensor tersebut. Atau *range* tegangan 0 -1,7 V sesuai dengan tegangan input yang digunakan pada tugas akhir ini.

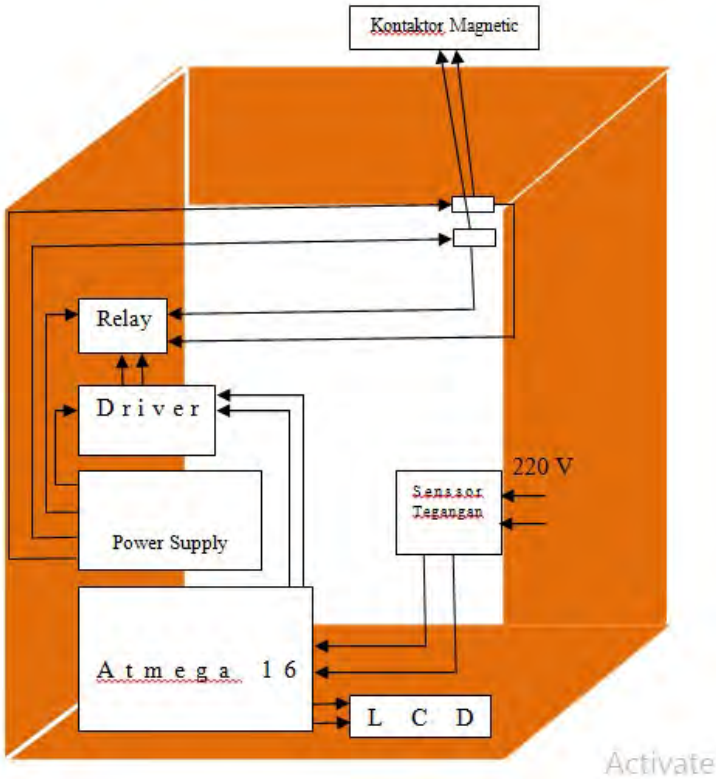
Rangkain sensor tegangan kedua digunakan untuk membaca tegangan masukan pada sistem DC. Sensor digunakan untuk mengetahui apakah pada sistem terdapat tegangan masuk atau tidak sehingga keluaran sensor bernilai 1 atau 0. Sensor terdiri dari sebuah trafo *step down* dari 120V ke 6V yang kemudian disearahkan dengan kiprok dan dibagi tegangannya dengan 2 buah resistor bernilai 10k Ω .

Tegangan input dari sumber diturunkan terlebih dahulu oleh trafo 500mA. Tegangan disisi sekunder trafo berada dalam range 0-6V. Tegangan yang akan masuk ke pin ADC mikrokontroler disearahkan terlebih dahulu menggunakan 2 buah dioda. Agar tegangan output sensor sesuai dengan tegangan kerja mikrokontroler, yaitu tidak lebih dari 5V, maka tegangan diturunkan dengan 2 buah resistor yang berfungsi sebagai voltage divider. Kapasitor digunakan untuk memperkecil riak tegangan output.

3.1.3 Rangkaian Mikrokontroler ATmega16

Dalam perancangan perangkat keras (*hardware*), digunakan rangkaian sistem minimum Atmega16. Sistem minimum Atmega16 tidak dibuat sendiri melainkan memakai sistem minimum dari *Innovative Electronics*. Sistem minimum atmega16 ini berfungsi untuk menerima data dari sensor tegangan kemudian memprosesnya untuk ditampilkan pada *LCD* dan dikirimkan oleh *wifi* melalui komunikasi

serial yang kemudian diterima oleh *server*. Tata letak dan konfigurasi sistem minimum atmega16 dapat dilihat pada **Gambar 3.5** berikut :

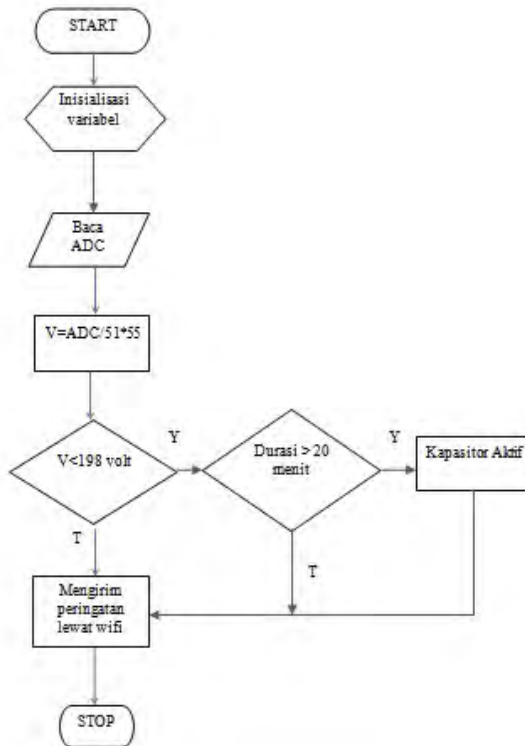


Gambar 3.5 Tata Letak dan Konfigurasi Sistem Minimum Atmega16 [4]

Program pada mikrokontroler AT-Mega16 dengan menggunakan *software* CodeVision AVR menggunakan bahasa C sebagai pemrogramannya. Flowchart mikrokontroler ditunjukkan pada **Gambar 3.6**. Sedangkan algoritma dari perancangan perangkat lunak untuk mikrokontroler adalah sebagai berikut:

1. Mikrokontroler aktif melakukan inisialisasi variabel data sensor tegangan

2. Mikrokontroler menerima input data dari sensor
3. Membaca ADC
4. Menampilkan data sensor tegangan ke LCD
5. Mikrokontroler mengirim data nilai tegangan setiap satu jam
6. Data sensor dibandingkan dengan kondisi yang telah ditetapkan dalam standar tegangan minimal yang diperbolehkan yaitu - 10% dari 220 Volt. Apabila pada salah satu, dua, atau ketiga fasa terjadi drop tegangan hingga diluar standar yang diperbolehkan dengan durasi 20 menit atau lebih maka akan mengirimkan peringatan
7. Jika sumber mati maka tidak ada pengiriman data sensor.



Gambar 3.6 Flowchart Mikrokontroler

3.1.4 LCD

LCD (Liquid Crystal Display) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD digunakan untuk menampilkan hasil dari inisialisasi variabel dari atmega 16. Pada postingan aplikasi LCD yang digunakan ialah LCD dot matrik dengan jumlah karakter 2 x 16. LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat. Fitur LCD 16 x 2 ditunjukkan pada **Gambar 3.7**.

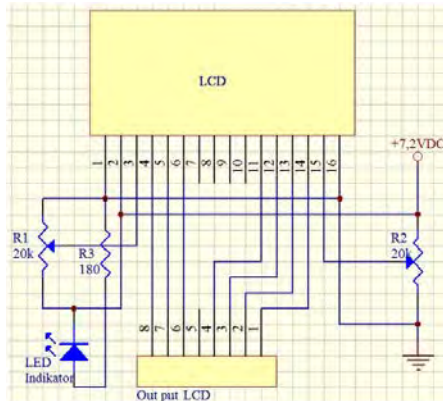


Gambar 3.7 Bentuk Fisik LCD 16 x 2

Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah :

- a. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
- b. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
- c. Terdapat karakter generator terprogram.
- d. Dapat dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit.
- e. Dilengkapi dengan back light.

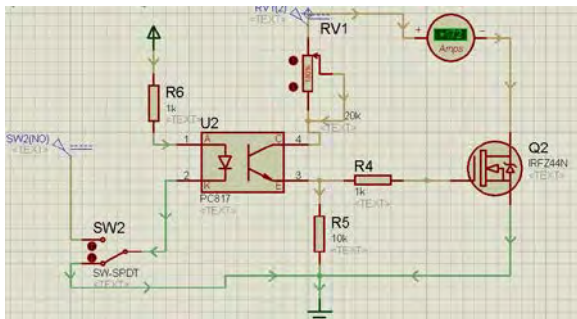
Untuk Gambar skematik LCD 16x2 adalah sebagai berikut pada **Gambar 3.8**:



Gambar 3.8 Skematik LCD 16 x 2

3.1.5 *Driver PWM*

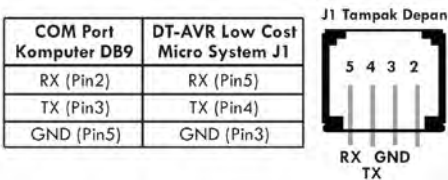
Driver Relay menggunakan *Optocoupler* adalah rangkaian driver relay yang lebih bagus kinerjanya dari pada hanya menggunakan transistor saja hal ini dikarenakan bagian penerima yang di couple dengan cahaya sehingga lonjakan/loncatan tegangan yang berada pada beban tidak akan masuk kebagian pengolah data seperti ditunjukkan **Gambar 3.9**. Hal ini dapat mencegah bouncing pada driver relay transistor sehingga jika kita gunakan untuk o/p mikrokontroler akan lebih aman dari "hang" yang disebabkan loncatan tegangan pada relay tersebut.



Gambar 3.9 Rangkaian *Driver PWM*

3.1.6 Rangkaian Serial

Penggunaan rangkaian serial dan mikrokontroler dihubungkan dengan sebuah konverter RJ11 to Serial. Konverter dibuat dengan menggabungkan pin TX, RX, dan *Ground* antara RJ11 dan serial RS232. Hubungan antara RJ11 dan serial dapat dilihat pada **Gambar 3.10** berikut:



Gambar 3.10 Hubungan Pin RX, TX, GND Konverter RJ11 to Serial [4]

Berikut adalah bentuk fisik dari konverter RJ11 to serial seperti pada **Gambar 3.11**:



Gambar 3.11 Konverter RJ11 to Serial

3.1.7 Wiznet WIZ110SR

Wiznet Embedded Web Server adalah *converter* yang menterjemahkan data TCP/IP menjadi data serial dan data serial menjadi

data TCP/IP. Dengan demikian *microcontroller* dapat digunakan menjadi sebuah web server menggunakan protokol HTTP yang dapat dibaca oleh *microcontroller* melalui komunikasi serial. Pada **Gambar 3.12** adalah gambar wiznet yang di gunakan, kemudian di sini akan dijelaskan spesifikasinya.



Gambar 3.12 Wiznet WIZ110SR

Spesifikasi Wiznet wiz110 sr:

MCU	:8.051 <i>compliant</i> (memiliki .62Kinternal Flash, 16K SRAM, 2K .EEPROM)
TCP / IP	:W5100 (<i>Ethernet MAC & PHY</i> Tertanam)
Protokol	:TCP, UDP, IP, ARP, ICMP, MAC, DHCP, PPPoE, DNS
<i>Network Interface</i>	:10/100 Mbps (<i>Auto detection</i>), RJ-45 <i>Connector</i>
Serial Interface	:RS232 (DB9)
Serial Sinyal	:TXD, RXD, RTS, CTS, GND
Serial Parameter Paritas	:Tidak ada, Genap, Ganjil
Data Bits	: 7,8
<i>Flow Control</i>	: None, RTS / CTS, XON / XOFF
Speed	: up to 230Kbps

3.1.8 TP Link TL-MR3020

TP Link TL-MR3020 berfungsi sebagai media mengirimkan pesan yang diberikan oleh *mikrokontroler* melalui komunikasi serial ke *server* yang berupa komputer atau laptop. Bentuk fisik TP Link TL-MR3020 dapat dilihat pada **Gambar 3.13** berikut :

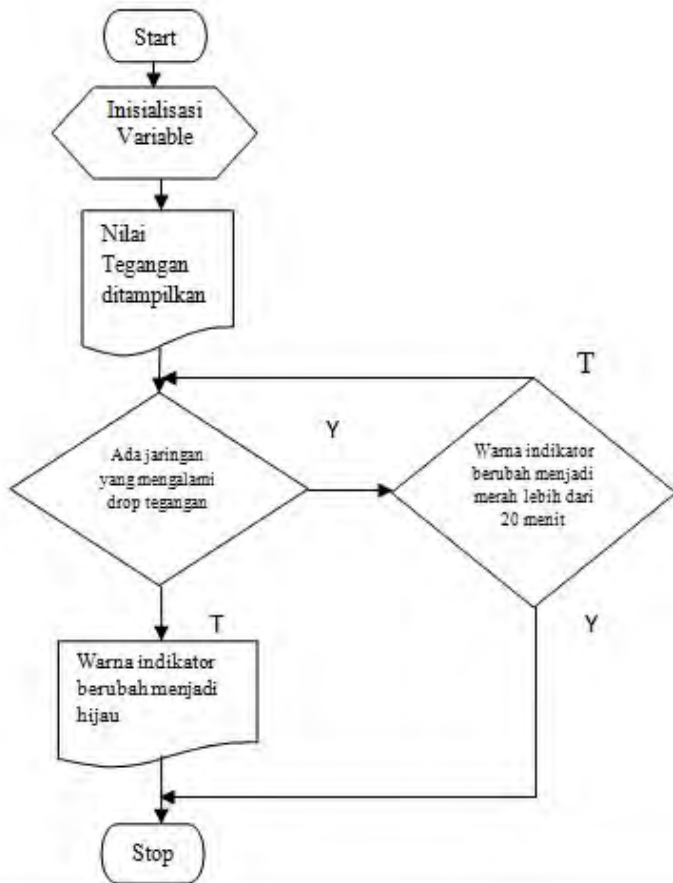


Gambar 3.13 TP Link TL-MR3020

3.1.9 Program Delphi

Bahasa pemrograman *Delphi* digunakan untuk komunikasi antara mikrokontroler dan komputer sehingga data pada mikrokontroler dapat dilihat pada computer. Pada **Gambar 3.14** terdapat algoritma perancangan perangkat lunak untuk mikrokontroler ini dan penjelasannya adalah :

1. Nilai tegangan yang terbaca sensor selalu ditampilkan di layar komputer setiap satu jam
2. Ketika nilai tegangan yang terbaca sensor kurang dari 198 V dalam durasi dua puluh menit atau lebih maka indikator di tampilan akan berubah warna menjadi merah. Tampilan nilai tegangan yang terbaca sensor juga akan diperbarui.. Apabila tegangan sudah kembali normal maka indicator akan berwarna hijau.



Gambar 3.14 *Flowchart* Tampilan Monitoring

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

Dilakukan pengukuran dan analisa terhadap perangkat *hardware* dan *software* untuk mengetahui hasil tercapainya tujuan-tujuan dari pembuatan alat pada tugas akhir ini. Pengukuran dan analisa terhadap *hardware* maupun *software* akan dibahas pada subbab dibawah ini.

4.1 Pengujian Rangkaian Mikrokontroler ATmega16

Pada pengukuran ini, mikrokontroler atmega16 diberi sebuah program dengan *logic* 1 dan 0 pada setiap *port-port* mikrokontroler yang terdiri dari *port* A, *port* B, *port* C, dan *port* D. Untuk menandakan apakah mikrokontroler tersebut bekerja atau tidak, tegangan diukur dari *port-port* mikrokontroler tersebut untuk menandakan mikrokontoler memberikan nilai 0 ketika diberi *logic* 0 dan sebaliknya mikrokontroler memberikan nilai 1 ketika diberi *logic* 1. **Tabel 4.1** dan **Tabel 4.2** menunjukkan hasil dari pengukuran mikrokontroler ATmega16 ketika diberi logika 0. **Tabel 4.3** dan **Tabel 4.4** menunjukkan hasil dari pengukuran mikrokontroler ATmega16 ketika diberi logika 1.

Hasil pengukuran tegangan pada *Port-Port* mikrokontroler ATmega8535 adalah sebagai berikut :

Tabel. 4.1 Pengukuran Tegangan pada *Port* A dan *Port* B Logika 0

<i>PORT</i> A	TEGANGAN <i>OUTPUT</i>	<i>PORT</i> B	TEGANGAN <i>OUTPUT</i>
A.0	1,1 mV	B.0	0,8 mV
A.1	1,1 mV	B.1	0,8 mV
A.2	1,1 mV	B.2	0,7 mV
A.3	1,1 mV	B.3	0,8 mV
A.4	1,0 mV	B.4	0,7 mV
A.5	1,0 mV	B.5	0,6 mV
A.6	1,0 mV	B.6	0,6 mV
A.7	0,9 mV	B.7	0,4 mV

Tabel. 4.2 Pengukuran Tegangan pada *Port C* dan *Port D* Logika 0

<i>PORT C</i>	TEGANGAN <i>OUTPUT</i>	<i>PORT D</i>	TEGANGAN <i>OUTPUT</i>
C.0	1,5 mV	D.0	-
C.1	1,4 mV	D.1	-
C.2	1,5 mV	D.2	1,2 mV
C.3	1,4 mV	D.3	1,4 mV
C.4	1,2 mV	D.4	1,5 mV
C.5	1,2 mV	D.5	1,5 mV
C.6	1,1 mV	D.6	1,5 mV
C.7	0,9 mV	D.7	1,5 mV

Dari hasil pengukuran pada **Tabel 4.1** dan **Tabel 4.2** dapat disimpulkan bahwa mikrokontroler dapat bekerja dengan baik ketika diberikan logika 0 pada *port A*, *port B*, *port C*, dan *port D*. Hal ini ditunjukkan dengan ketika diberi logika 0, *port-port* mikrokontroler memberikan tegangan yang sangat kecil dengan range 0,4mV – 1,5mV sehingga mikrokontroler dapat memberikan tegangan yang setara dengan *ground* ketika diberi logika 0. Pada *port D.0* dan *D.1* tidak dapat dilakukan pengukuran dikarenakan pada sistem minimum yang dipakai, *port D.0* dan *D.1* tidak dapat digunakan sebagai I/O ketika komunikasi serial dipasang.

Tabel. 4.3 Pengukuran Tegangan pada *Port A* dan *Port B* logika 1

<i>PORT A</i>	TEGANGAN <i>OUTPUT</i>	<i>PORT B</i>	TEGANGAN <i>OUTPUT</i>
A.0	4,97 V	B.0	4,96 V
A.1	4,96 V	B.1	4,96 V
A.2	4,96 V	B.2	4,96 V
A.3	4,97 V	B.3	4,96 V
A.4	4,96 V	B.4	4,96 V
A.5	4,96 V	B.5	4,96 V
A.6	4,96 V	B.6	4,95 V
A.7	4,96 V	B.9	4,96 V

Tabel. 4.4 Pengukuran Tegangan pada *Port C* dan *Port D* logika 1

<i>PORT C</i>	TEGANGAN <i>OUTPUT</i>	<i>PORT D</i>	TEGANGAN <i>OUTPUT</i>
C.0	4,95 V	D.0	-
C.1	4,95 V	D.1	-
C.2	4,96 V	D.2	4,96 V
C.3	4,96 V	D.3	4,96 V
C.4	4,95 V	D.4	4,96 V
C.5	4,96 V	D.5	4,96 V
C.6	4,96 V	D.6	4,96 V
C.7	4,96 V	D.7	4,96 V

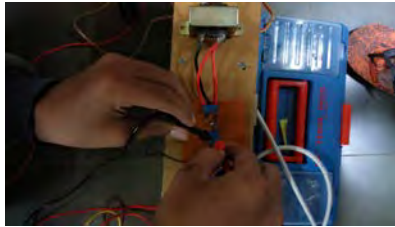
Dari hasil pengukuran pada **Tabel 4.3** dan **Tabel 4.4** dapat disimpulkan bahwa mikrokontroler dapat bekerja dengan baik ketika diberikan logika 1 pada *port A*, *port B*, *port C*, dan *port D*. Hal ini ditunjukkan dengan ketika diberi logika 1, *port-port* mikrokontroler memberikan tegangan sesuai dengan tegangan referensi sekitar 5V sehingga mikrokontroler dapat memberikan tegangan yang setara dengan VCC ketika diberi logika 1. Pada *port D.0* dan *D.1* tidak dapat dilakukan pengukuran dikarenakan pada sistem minimum yang dipakai, *port D.0* dan *D.1* tidak dapat digunakan sebagai I/O ketika komunikasi serial dipasang.

Dari data pengukuran tegangan di atas, dapat diketahui bahwa mikrokontroler Atmega16 berada dalam keadaan dapat digunakan (tidak rusak) dan dapat diisi dengan program yang lebih kompleks.

4.2 Pengujian Sensor Tegangan

Pengukuran sensor tegangan digunakan untuk mengetahui presisi dan akurasi dari pembacaan tegangan. Pengukuran dilakukan dengan membandingkan pembacaan pada sensor tegangan dengan pembacaan pada alat ukur yang telah dikalibrasi.

Pada pengujian pertama diketahui nilai tegangan yang dibaca sensor tidak berbeda jauh dengan nilai tegangan yang dibaca oleh alat ukur, sehingga menunjukkan sensor tegangan dapat digunakan. Kemudian sensor tegangan diuji dengan menggunakan nilai tegangan yang berbeda-beda. Nilai tegangan yang ditunjukkan tidak jauh berbeda dengan nilai yang dibaca alat ukur.



Gambar 4.1 Pengujian Sensor Tegangan

Gambar 4.1 menunjukkan cara pengujian sensor tegangan. Pengujian sensor tegangan dilakukan dengan menghubungkan sensor tegangan dengan *output variac* yang memiliki range tegangan AC berkisar antara 0-250 V. *Input variac* dihubungkan dengan sumber 3 fasa dari PLN. Nilai tegangan *output variac* kemudian diubah secara bertahap untuk melihat perubahan nilai output pada sensor. Tegangan output variac dan tegangan output sensor diukur dengan menggunakan AVometer. Pengujian sensor tegangan ini bertujuan untuk mengetahui apakah sensor dapat berfungsi dengan baik dan mampu menunjukkan pembacaan tegangan yang sesuai. **Gambar 4.2** menunjukkan cara pengukuran tegangan input sensor.

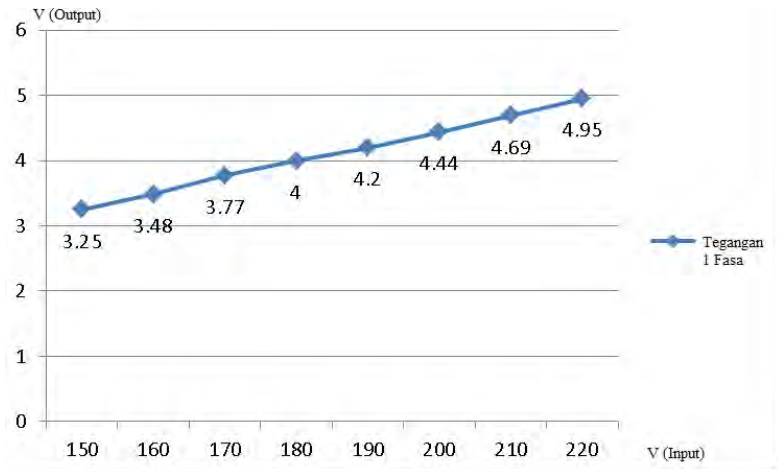


Gambar 4.2 Nilai dari Pembacaan Sensor

Tabel 4.5 menunjukkan pengujian *output* sensor terhadap nilai tegangan yang berubah. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui *range* tegangan yang dimiliki oleh sensor serta untuk menurunkan rumus pembacaannya.

Tabel 4.5 Pengujian *Output* Sensor

No	Tegangan Input	Tegangan <i>Output</i>
1	220 V	4,95 V
2	210 V	4,69 V
3	200 V	4,44 V
4	190 V	4,20 V
5	180 V	4,00 V
6	170 V	3,77 V
7	160 V	3,48 V
8	150 V	3,25 V



Gambar. 4.3 Trend Sensor Tegangan

Berdasarkan data yang diperoleh, diketahui bahwa karakteristik setiap sensor adalah berbeda. Namun perbedaan hasil pengukuran tiap sensor hanya sedikit. Nilai tegangan *output* linier terhadap perubahan tegangan *input*.

Dari **Tabel 4.5**, diperoleh sebuah persamaan karakteristik sensor yang nantinya digunakan dalam program pada mikrokontroler untuk mendapatkan nilai tegangan *input* yang akan ditampilkan pada

LCD maupun pada tampilan komputer *server* yang sesuai dengan tegangan pengukuran. Dalam hal ini digunakan persamaan regresi linier.
 $y' = a + bx$(4.1)

Dimana :

$$a = y_r - b x_r$$
.....(4.1.1)

$$b = n (\sum xy - \sum x \sum y) / n \sum x^2 - (\sum x)^2$$
(4.1.2)

Keterangan :

x = Tegangan *output* sensor

y = Tegangan *input* dari sumber

y_r = Tegangan *input* rata - rata

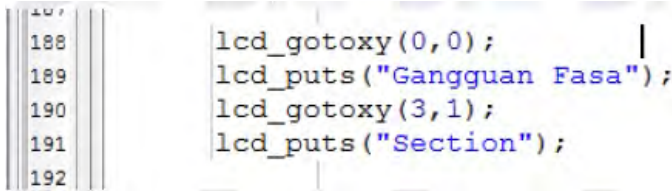
x_r = Tegangan *output* sensor rata – rata

y' = Tegangan *input* yang akan ditampilkan

Sensor tegangan kedua digunakan untuk mengetahui masuk atau tidaknya sumber ke peralatan sehingga pada sensor tegangan kedua pengujian dilakukan dengan membandingkan tegangan dengan pembacaan yang ditampilkan pada LCD.

4.3 Pengujian LCD

Pada bagian minimum sistem termasuk di dalamnya untuk menampilkan data pada LCD, port yang digunakan untuk menampilkan di LCD adalah port C sehingga untuk pengujian port tersebut maka perlu dilakukan pengetestan dengan menampilkan karakter pada LCD, apakah bisa bekerja dengan baik atau tidak. Untuk pengujiannya dilakukan test download program dengan memberikan program untuk menampilkan data ke LCD dalam bentuk karakter. Jika karakter yang ditampilkan sesuai dengan apa yang ada di program yang sudah di download di mikrokotroler maka bisa dikatakan bahwa rangkaian LCD ke mikrokontroler dalam keadaan baik.



```

188 //inisialisasi lcd
189 lcd_init(4);
190 //tampilkan karakter
191 lcd_puts("Gangguan Fasa");
192 //tampilkan karakter
193 lcd_gotoxy(3,1);
194 lcd_puts("Section");

```

Gambar 4.4 Gambar Pengujian Tampilan LCD

Pada **Gambar 4.4** menunjukkan pengujian LCD yang dites download dengan listing program dan penampilan karakternya pada **Gambar 4.5**



Gambar 4.5 Gambar Tampilan LCD

Berdasarkan hasil pengujian dapat dilihat bahwa LCD 4x16 tersebut dapat digunakan untuk menampilkan karakter, sehingga layak untuk digunakan dalam prototipe ini.

4.4 Pengujian driver PWM

Pengujian *driver PWM* dilakukan untuk menguji apakah driver dapat bekerja untuk mengaktifkan relay atau tidak.. Serta penggunaannya terhadap aktivisasi mikrokontroler.. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan *driver PWM* tetap bekerja pada keadaan mikrokontroler sedang mati dan akurasi driver untuk mengaktifkan relay sesuai dengan setting yang sudah ditentukan.

Pengujian dilakukan dengan memberikan inputan 5 volt pada driver. Dan pengaktifkannya menggunakan nilai ground.. Pengujian dianggap berhasil jika outputan driver memang bernilai 5 volt. Pengujian dilakukan dengan menggunakan nilai output dari power suplay dan juga nilai ground dari mikrokontroler. Hasil pengujian driver terhadap relai dapat dilihat pada **Gambar 4.6**.



Gambar 4.6 Pengujian Output Driver

Dari **Gambar 4.6** terlihat bahwa *output* yang keluar dari avo bernilai 5 volt. Sehingga dapat disimpulkan bahwa rangkaian driver PWM dapat bekerja dengan baik dan dapat digunakan untuk program yang lebih rumit.

4.5. Pengujian Drop Tegangan dan Perbaikannya

Pengujian drop tegangan karena panjang saluran dari prototipe JTR terdapat beban berupa sebuah lampu pijar 10 watt yang tersusun secara seri dengan inductor, sehingga tegangannya normal seperti **Gambar 4.7**. Sebelum beban, dipasang 2 inductor secara parallel seperti ditunjukkan pada **Gambar 4.7** dan **Gambar 4.8**. Untuk inductor yang pertama bernilai sebesar 85Ω dan 4,8 H. Sedangkan pada inductor kedua bernilai 50Ω dan 3,9 H. Dalam hal ini, resistansi yang dihasilkan antara rangkaian seri beban dan inductor menghasilkan nilai drop yang cukup besar. Nilai drop tersebut berbeda-beda disebabkan nilai resistansi inductor yang berbeda-beda seperti ditunjukkan pada **Gambar 4.8**. Tegangan input yang digunakan sebagai sample adalah 220 V. Hasil dari rangkaian pengujian drop tegangan ditunjukkan pada **Tabel 4.6** berikut.



Gambar 4.7 Tegangan Normal



Gambar 4.8 Tegangan Drop

Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Drop Tegangan

Kondisi	Nilai Tegangan	Nilai Setelah Perbaikan
Beban lampu 10 watt	220 V	220 V
Beban lampu 10 watt dan induktor 4,8 H.(seri)	135 V	202 V
Beban lampu 10 watt dan induktor 3,9 H.(seri)	148 V	205 V
Beban lampu 10 watt di pasang seri dengan induktor 4,8 H dan 3,9 H. yang dipasang secara paralel.	184 V	208 V

4.6. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Secara keseluruhan, cara kerja alat ini adalah ketika adaptor dinyalakan maka adaptor menyuplai tegangan untuk rangkaian mikrokontroler sebesar 5V. Mikrokontroler terhubung dengan rangkaian sensor tegangan dan komunikasi serial RS-232. Rangkaian sensor tegangan dihubungkan dengan *port* A.0 pada mikrokontroler. Rangkaian RS-232 yang terdapat pada *port* D mikrokontroler dihubungkan dengan Wiz Wiznet 110R dan TP Link TL-MR3020. Mikrokontroler diprogram untuk menerima data masukan dari sensor tegangan di sisi ujung JTR. Kemudian mikrokontroler akan menerima data dan mengirimkannya ke *PC server* melalui media wifi dari dengan Wiz Wiznet 110R dan TP Link TL-MR3020 yang terdapat di panel monitoring drop tegangan ke admin yang terdapat di *PC server* seperti **Gambar 4.9**.



Gambar 4.9 Tampilan pada *PC Server* Sebelum Alat Dijalankan

Informasi gardu berisi data-data gardu yang menjadi sisi pangkal dari jurusan JTR tempat diletakkannya panel monitoring drop tegangan ini. Informasi gardu ini diharapkan dapat mempermudah petugas untuk mencari penyebab gangguan apabila terjadi drop tegangan. Data tegangan ujung JTR berisi nilai tegangan fasa R,S,T yang terbaca sensor. Data tegangan diperbarui setiap satu jam sekali. Namun apabila terjadi drop tegangan hingga diluar standar yang diperbolehkan dan dalam durasi 20 menit atau lebih maka data tegangan akan diperbarui walaupun belum mencapai jangka waktu satu jam pembaruan. Indikator drop tegangan digunakan untuk mengetahui kondisi tegangan di sisi ujung JTR, apakah normal atau mengalami drop tegangan. Ketika terjadi drop tegangan hingga diluar standar, warna indikator akan berubah menjadi merah. Durasi drop tegangan menunjukkan lama terjadinya gangguan drop tegangan pada JTR. Sebelum drop tegangan mencapai 20 menit maka pada tampilan tidak akan muncul durasi drop tegangan karena belum dianggap sebagai gangguan.

LAMPIRAN 2

LISTING DATASHEET

1. Datasheet ATmega16

Features

- High-performance, Low-power Atmel® AVR® 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 131 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory segments
 - 16 Kbytes of In-System Self-programmable Flash program memory
 - 512 Bytes EEPROM
 - 1 Kbyte Internal SRAM
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C⁽¹⁾
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - Programming Lock for Software Security
- JTAG (IEEE std. 1149.1 Compliant) Interface
 - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
 - Extensive On-chip Debug Support
 - Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG interface
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Four PWM Channels
 - 8-channel, 10-bit ADC
 - 8 Single-ended Channels
 - 7 Differential Channels in TQFP Package Only
 - 2 Differential Channels with Programmable Gain at 1x, 10x, or 200x
 - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated RC Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby and Extended Standby
- I/O and Packages
 - 32 Programmable I/O Lines
 - 40-pin PDIP, 44-lead TQFP, and 44-pad QFN/MLF
- Operating Voltages
 - 2.7V - 5.5V for ATmega16L
 - 4.5V - 5.5V for ATmega16
- Speed Grades
 - 0 - 6 MHz for ATmega16L
 - 0 - 16 MHz for ATmega16
- Power Consumption @ 1 MHz, 3V, and 25°C for ATmega16L
 - Active: 1.1 mA
 - Idle Mode: 0.35 mA
 - Power-down Mode: < 1 µA



8-bit AVR®
Microcontroller
with 16K Bytes
In-System
Programmable
Flash

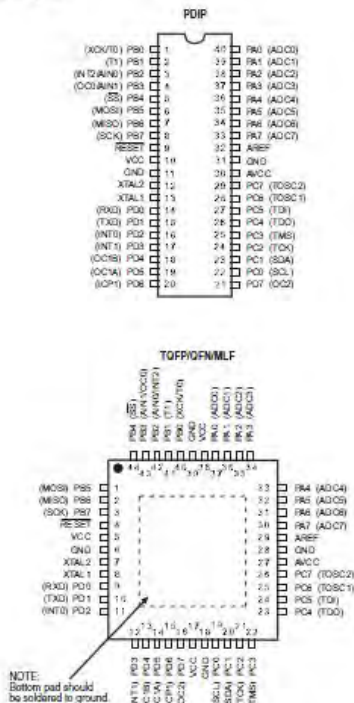
ATmega16
ATmega16L

Rev. 2485F—AVR—07/10



Pin Configurations

Figure 1. Pinout ATmega16



Disclaimer

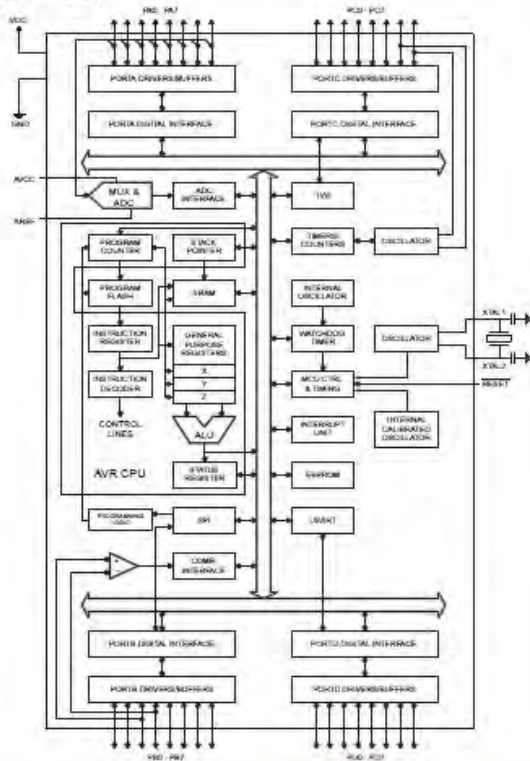
Typical values contained in this datasheet are based on simulations and characterization of other AVR microcontrollers manufactured on the same process technology. Min and Max values will be available after the device is characterized.

Overview

The ATmega16 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega16 achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

Block Diagram

Figure 2. Block Diagram



The AVR core combines a rich instruction set with 32 general purpose working registers. All the 32 registers are directly connected to the Arithmetic Logic Unit (ALU), allowing two independent registers to be accessed in one single instruction executed in one clock cycle. The resulting architecture is more code efficient while achieving throughputs up to ten times faster than conventional CISC microcontrollers.

The ATmega16 provides the following features: 16 Kbytes of In-System Programmable Flash Program memory with Read-While-Write capabilities, 512 bytes EEPROM, 1 Kbyte SRAM, 32 general purpose I/O lines, 32 general purpose working registers, a JTAG interface for Boundary-scan, On-chip Debugging support and programming, three flexible Timer/Counters with compare modes, Internal and External Interrupts, a serial programmable USART, a byte oriented Two-wire Serial Interface, an 8-channel, 10-bit ADC with optional differential input stage with programmable gain (TQFP package only), a programmable Watchdog Timer with Internal Oscillator, an SPI serial port, and six software selectable power saving modes. The Idle mode stops the CPU while allowing the USART, Two-wire interface, A/D Converter, SRAM, Timer/Counters, SPI port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the register contents but freezes the Oscillator, disabling all other chip functions until the next External Interrupt or Hardware Reset. In Power-save mode, the Asynchronous Timer continues to run, allowing the user to maintain a timer base while the rest of the device is sleeping. The ADC Noise Reduction mode stops the CPU and all I/O modules except Asynchronous Timer and ADC, to minimize switching noise during ADC conversions. In Standby mode, the crystal/resonator Oscillator is running while the rest of the device is sleeping. This allows very fast start-up combined with low-power consumption. In Extended Standby mode, both the main Oscillator and the Asynchronous Timer continue to run.

The device is manufactured using Atmel's high density nonvolatile memory technology. The On-chip ISP Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system through an SPI serial interface, by a conventional nonvolatile memory programmer, or by an On-chip Boot program running on the AVR core. The boot program can use any interface to download the application program in the Application Flash memory. Software in the Boot Flash section will continue to run while the Application Flash section is updated, providing true Read-While-Write operation. By combining an 8-bit RISC CPU with In-System Self-Programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel ATmega16 is a powerful microcontroller that provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

The ATmega16 AVR is supported with a full suite of program and system development tools including: C compilers, macro assemblers, program debugger/simulators, in-circuit emulators, and evaluation kits.

Pin Descriptions

VCC Digital supply voltage.

GND Ground.

Port A (PA7..PA0) Port A serves as the analog inputs to the A/D Converter.

Port A also serves as an 8-bit bi-directional I/O port, if the A/D Converter is not used. Port pins can provide internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port A output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. When pins PA0 to PA7 are used as inputs and are externally pulled low, they will source current if the internal pull-up resistors are activated. The Port A pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

ATmega16(L)

Port B (PB7..PB0)	<p>Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p> <p>Port B also serves the functions of various special features of the ATmega16 as listed on page 58.</p>
Port C (PC7..PC0)	<p>Port C is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port C output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running. If the JTAG interface is enabled, the pull-up resistors on pins PC5(TDI), PC3(TMS) and PC2(TCK) will be activated even if a reset occurs.</p> <p>Port C also serves the functions of the JTAG interface and other special features of the ATmega16 as listed on page 61.</p>
Port D (PD7..PD0)	<p>Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p> <p>Port D also serves the functions of various special features of the ATmega16 as listed on page 63.</p>
RESET	<p>Reset Input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in Table 15 on page 38. Shorter pulses are not guaranteed to generate a reset.</p>
XTAL1	<p>Input to the inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.</p>
XTAL2	<p>Output from the inverting Oscillator amplifier.</p>
AVCC	<p>AVCC is the supply voltage pin for Port A and the A/D Converter. It should be externally connected to V_{CC}, even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to V_{CC} through a low-pass filter.</p>
AREF	<p>AREF is the analog reference pin for the A/D Converter.</p>

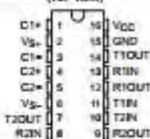
2. Datasheet Max 232

MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SLAS001 - FEBRUARY 1989 - REVISED MARCH 2004

- Meets or Exceeds TIA/EIA-232-F and ITU Recommendation V.28
- Operates From a Single 5-V Power Supply With 1.0- μ F Charge-Pump Capacitors
- Operates Up To 120 kbit/s
- Two Drivers and Two Receivers
- ± 36 -V Input Levels
- Low Supply Current . . . 8 mA Typical
- ESD Protection Exceeds JESD 22 - 2000-V Human-Body Model (A114-A)
- Upgrade With Improved ESD (15-kV HBM) and 0.1- μ F Charge-Pump Capacitors is Available With the MAX202
- Applications
 - TIA/EIA-232-F, Battery-Powered Systems, Terminals, Modems, and Computers

MAX232 . . . D, DW, N, OR NS PACKAGE
MAX232I . . . D, DW, OR N PACKAGE
(TOP VIEW)



description/ordering information

The MAX232 is a dual driver/receiver that includes a capacitive voltage generator to supply TIA/EIA-232-F voltage levels from a single 5-V supply. Each receiver converts TIA/EIA-232-F inputs to 5-V TTL/CMOS levels. These receivers have a typical threshold of 1.3 V, a typical hysteresis of 0.5 V, and can accept ± 36 -V inputs. Each driver converts TTL/CMOS input levels into TIA/EIA-232-F levels. The driver, receiver, and voltage-generator functions are available as cells in the Texas Instruments LinASIC™ library.

ORDERING INFORMATION

TA	PACKAGE†	ORDERABLE PART NUMBER	TOP-SIDE MARKING
0°C to 70°C	PDIP (N)	Tape of 25 MAX232N	MAX232N
	SOIC (D)	Tape of 46 MAX232D	MAX232
	SOIC (DW)	Reel of 2000 MAX232DW	MAX232
	SOIC (DW)	Reel of 2000 MAX232DWR	MAX232
-40°C to 85°C	PDIP (NS)	Reel of 2000 MAX232NSR	MAX232
	PDIP (N)	Tape of 25 MAX232NI	MAX232NI
	SOIC (D)	Tape of 46 MAX232DI	MAX232I
	SOIC (DW)	Reel of 2000 MAX232DIW	MAX232I

† Package drawings, standard packing quantities, thermal data, symbolization, and PCB design guidelines are available at www.ti.com/package.



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

LinASIC is a trademark of Texas Instruments.

PRODUCTION DATA indicates this document is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

TEXAS
INSTRUMENTS

POST OFFICE BOX 655501 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 2004, Texas Instruments Incorporated

MAX232, MAX232J
DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

REVISED - FEBRUARY 1989 - REVISED MARCH 1989

Function Tables

EACH DRIVER

INPUT TIN	OUTPUT TOUT
L	H
H	L

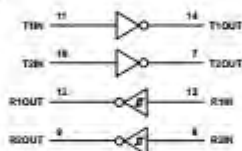
H = High level, L = Low level

EACH RECEIVER

INPUT RIN	OUTPUT ROUT
L	H
H	L

H = High level, L = Low level

logic diagram (positive logic)



TEXAS
INSTRUMENTS

POST OFFICE BOX 65583 • DALLAS, TEXAS 75265

MAX232, MAX2321 DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SL00111 - FEBRUARY 1988 - REVISED JANUARY 2004

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)[†]

Input supply voltage range, V_{CC} (see Note 1)	-0.3 V to 5 V
Positive output supply voltage range, V_{S+}	$V_{CC} - 0.3$ V to 15 V
Negative output supply voltage range, V_{S-}	-0.3 V to -15 V
Input voltage range, V_I : Driver	-0.3 V to $V_{CC} + 0.3$ V
Receiver	-2.0 V to 2.0 V
Output voltage range, V_O : T1OUT, T2OUT	$V_{S-} - 0.3$ V to $V_{S+} + 0.3$ V
R1OUT, R2OUT	-0.3 V to $V_{CC} + 0.3$ V
Short-circuit duration: T1OUT, T2OUT	Unlimited
Package thermal impedance, θ_{JA} (see Notes 2 and 3): D package	73°C/W
DW package	57°C/W
N package	67°C/W
NS package	64°C/W
Operating virtual junction temperature, T_J	150°C
Storage temperature range, T_{STG}	-65°C to 150°C

† Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

NOTES: 1. All voltages are with respect to pinout GND.

2. Maximum power dissipation is a function of T_J (note), θ_{JA} , and T_A . The maximum allowable power dissipation at any allowable ambient temperature is $P_D = (T_J - T_{Jmax}) / \theta_{JA}$. Operating at the absolute maximum T_J of 150°C can affect reliability.

3. The package thermal impedance is calculated in accordance with JEDEC 51-7.

recommended operating conditions

	MIN	NOM	MAX	UNIT
V_{CC} Supply voltage	4.5	5	5.5	V
V_{IH} High-level input voltage (T1IN, T2IN)	2			V
V_L Low-level input voltage (T1IN, T2IN)			0.8	V
R1IN, R2IN Receiver input voltage			±0.3	V
T_A Operating free-air temperature	MAX232 MAX2321	0 -65	70 85	°C

electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature (unless otherwise noted) (see Note 4 and Figure 4)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP [‡]	MAX	UNIT
I_{CC} Supply current	$V_{CC} = 5.5$ V, All outputs open, $T_A = 25^\circ\text{C}$		8	10	mA

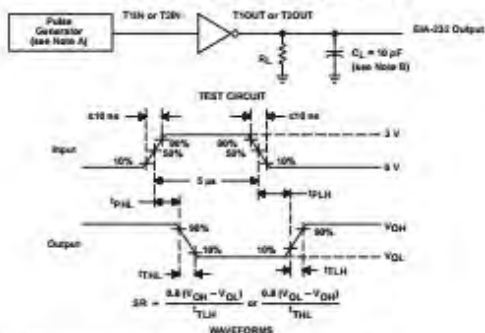
[‡] All typical values are at $V_{CC} = 5$ V and $T_A = 25^\circ\text{C}$.

NOTE 4: Test conditions are C1-C4 = 1 μF at $V_{CC} = 5$ V ± 0.5 V.

MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

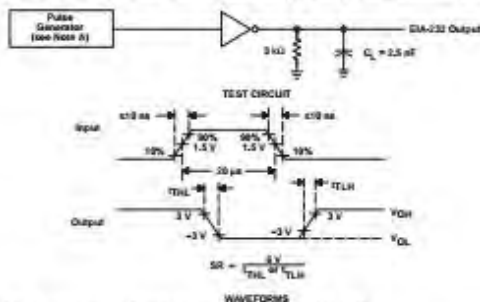
DA-00471 - FEBRUARY 1985 - REVISED MARCH 1985

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION



NOTES: A. The pulse generator has the following characteristics: $Z_0 = 50 \Omega$, duty cycle $\leq 50\%$.
B. C_L includes probe and jig capacitance.

Figure 2. Driver Test Circuit and Waveforms for t_{PHL} and t_{PLH} Measurements (5- μ s Input)



NOTE A: The pulse generator has the following characteristics: $Z_0 = 50 \Omega$, duty cycle $\leq 50\%$.

Figure 3. Test Circuit and Waveforms for t_{PHL} and t_{PLH} Measurements (20- μ s Input)

3. Data sheet Wiznet 110SR



1.2 Specification

Items	Description
MCU	8051 Compliant (having Internal 512K Flash, 16K SRAM, 2K EEPROM)
TCP/IP	WS100 (Ethernet PHY Embedded)
Network Interface	10/100 Mbps auto-sensing RJ-45 Connector
Serial Interface	RS232
Serial Signal	TXD, RXD, RTS, CTS, GND
Serial Parameters	Parity : None, Even, Odd
	Data Bits : 7, 8
	Flow Control : None, RTS/CTS, XON/XOFF
	Speed : up to 230Kbps
Input Voltage	DC 5V
Power Consumption	Under 180mA
Temperature	0°C ~ 80°C (Operation), -40°C ~ 85°C (Storage)
Humidity	10 ~ 90%

Table 1. WIZ110SR Specification

1.3 Products Contents

	WIZ110SR Board
	CD (Option / Including Firmware, Configuration Tool Program Manual and other related materials)

2. WIZ110SR Board

2.1 Block Diagram



Figure 1. Block Diagram

WIZ110SR is a protocol converter that transmits the data sent by serial equipment as TCP/IP data type and converts back the TCP/IP data received through the network into serial data to transmit back to the equipment. When the data is received from serial port, it is sent to W5100 by MCU. If any data is transmitted from Ethernet, it is received in the internal buffer of W5100, and sent to the serial port by MCU. MCU in the module controls the data according to the configuration value that user defined.

<TCP server mode>



Figure 3. TCP Server mode

At the TCP Server mode, WIZ105R waits for the connection requests.

TCP Server mode can be useful when the monitoring center tries to connect to the device (where WIZ105R is installed) in order to check the status or provide the commands. In normal time WIZ105R is on the waiting status, and if there is any connection request from the monitoring center, data communication is processed and connection is closed.

In order to operate this mode, Local IP, Subnet, Gateway Address and Local Port Number should be configured first.

As illustrated in the above figure, data transmission proceeds as follows.

1. The host connects to the WIZ105R which is configured as TCP Server mode.
2. As the connection is established, data can be transmitted in both directions - from the host to the WIZ105R, and from the WIZ105R to the host.

<TCP client mode>

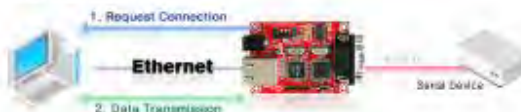


Figure 4. TCP Client mode

PC817 Series

High Density Mounting Type Photocoupler

- Lead forming type (I type) and taping reel type (P type) are also available. (PC817/PC817P)
- TÜV (VDE0884) approved type is also available as an option.

■ Features

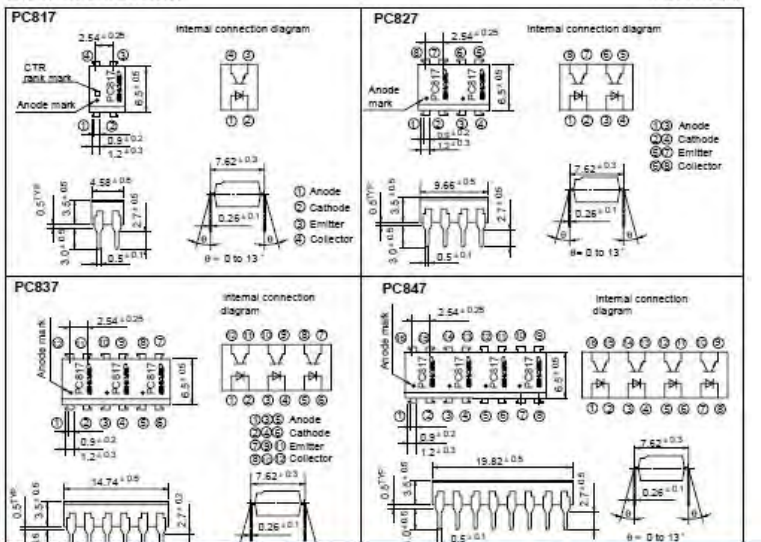
1. Current transfer ratio
(CTR: MIN. 50% at $I_T = 5\text{mA}$, $V_{CE} = 5\text{V}$)
2. High isolation voltage between input and output ($V_{iso} : 5000\text{V}_{rms}$)
3. Compact dual-in-line package
PC817 : 1-channel type
PC827 : 2-channel type
PC837 : 3-channel type
PC847 : 4-channel type
4. Recognized by UL, file No. E64380

■ Applications

1. Computer terminals
2. System appliances, measuring instruments
3. Registers, copiers, automatic vending machines
4. Electric home appliances, such as fan heaters, etc.
5. Signal transmission between circuits of different potentials and impedances

■ Outline Dimensions

(Unit : mm)



■ Absolute Maximum Ratings

(Ta= 25°C)

	Parameter	Symbol	Rating	Unit
Input	Forward current	I_F	50	mA
	^{*)} Peak forward current	I_{FM}	1	A
	Reverse voltage	V_R	6	V
	Power dissipation	P	70	mW
Output	Collector-emitter voltage	V_{CE0}	35	V
	Emitter-collector voltage	V_{EC0}	6	V
	Collector current	I_C	50	mA
	Collector power dissipation	P_C	150	mW
	Total power dissipation	P_{tot}	200	mW
	^{**)} Isolation voltage	V_{iso}	5 000	V _{iso}
	Operating temperature	T_{op}	-30 to +100	°C
	Storage temperature	T_{stg}	-55 to +125	°C
	^{**)Soldering temperature}	T_{sld}	260	°C

^{*)} Pulse width =100μs, Duty ratio : 0.001

^{**)40 to 60%RH, AC for 1 minute}

^{**) For 10 seconds}

■ Electro-optical Characteristics

(Ta= 25°C)

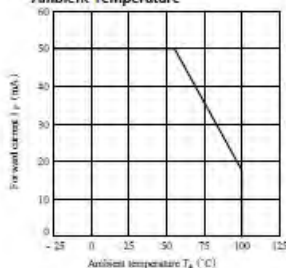
	Parameter	Symbol	Conditions	MIN	TYP	MAX	Unit
Input	Forward voltage	V_F	$I_F = 20mA$	-	1.2	1.4	V
	Peak forward voltage	V_{FM}	$I_{FM} = 0.5A$	-	-	3.0	V
	Reverse current	I_R	$V_R = 4V$	-	-	10	μA
	Terminal capacitance	C_T	$V = 0, f = 1kHz$	-	30	250	pF
Output	Collector dark current	$I_{C(DK)}$	$V_{CE} = 20V$	-	-	10^{-7}	A
	^{*)} Current transfer ratio	CTR	$I_F = 5mA, V_{CE} = 5V$	50	-	600	%
Transfer characteristics	Collector-emitter saturation voltage	$V_{CE(sat)}$	$I_F = 20mA, I_C = 1mA$	-	0.1	0.2	V
	Isolation resistance	R_{iso}	DC500V, 40 to 60% RH	5×10^{10}	10^{11}	-	Ω
	Floating capacitance	C_f	$V = 0, f = 1MHz$	-	0.6	1.0	pF
	Cut-off frequency	f_c	$V_{CE} = 5V, I_C = 2mA, R_L = 100Ω, -3dB$	-	80	-	kHz
	Response time	Rise time	$V_{CE} = 2V, I_C = 2mA, R_L = 100Ω$	-	4	18	μs
		Fall time		-	3	18	μs

^{*)} Classification table of current transfer ratio is shown below.

Model No.	Rank mark	CTR (%)
PC817A	A	80 to 160
PC817B	B	130 to 260
PC817C	C	200 to 400
PC817D	D	300 to 600
PC8*7AB	A or B	80 to 260
PC8*7BC	B or C	130 to 400
PC8*7CD	C or D	200 to 600
PC8*7AC	A, B or C	80 to 400
PC8*7BD	B, C or D	130 to 600
PC8*7AD	A, B, C or D	80 to 600
PC8*7	A, B, C, D or No mark	50 to 600

● : 1 or 2 or 3 or 4

Fig. 1 Forward Current vs. Ambient Temperature



LAMPIRAN I

LISTING PROGRAM

1. Listing program Code AVR

```
/******  
*
```

```
This program was produced by the  
CodeWizardAVR V2.04.4a Advanced  
Automatic Program Generator  
© Copyright 1998-2009 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.  
http://www.hpinfotech.com
```

```
Project :  
Version :  
Date   : 07/07/2014  
Author  : NeVaDa  
Company :  
Comments:
```

```
Chip type       : ATmega16  
Program type    : Application  
AVR Core Clock frequency: 11.059200 MHz  
Memory model    : Small  
External RAM size : 0  
Data Stack size : 256
```

```
*****  
*/
```

```
#include <mega16.h>
```

```
#include <delay.h>
```

```
// Alphanumeric LCD Module functions  
#asm  
    .equ __lcd_port=0x15 ;PORTC  
#endasm  
#include <lcd.h>
```

```

// Standard Input/Output functions
#include <stdio.h>

#define ADC_VREF_TYPE 0x20

// Read the 8 most significant bits
// of the AD conversion result
unsigned char read_adc(unsigned char adc_input)
{
    ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
    // Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage
    delay_us(10);
    // Start the AD conversion
    ADCSRA|=0x40;
    // Wait for the AD conversion to complete
    while ((ADCSRA & 0x10)==0);
    ADCSRA|=0x10;
    return ADCH;
}

// Declare your global variables here
float v;
char lcd[16];
float v_tegangan;
void main(void)
{
    // Declare your local variables here

    // Input/Output Ports initialization
    // Port A initialization
    Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
    Func1=In Func0=In
    // State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T
    State1=T State0=T
    PORTA=0x00;
    DDRA=0x00;

    // Port B initialization

```



```
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T
State1=T State0=T
PORTB=0x00;
DDRB=0x00;
```

```
// Port C initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T
State1=T State0=T
PORTC=0x00;
DDRC=0x00;
```

```
// Port D initialization
// Func7=Out Func6=Out Func5=Out Func4=Out Func3=Out
Func2=Out Func1=In Func0=In
// State7=0 State6=0 State5=0 State4=0 State3=0 State2=0
State1=T State0=T
PORTD=0x00;
DDRD=0xFC;
```

```
// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 0 Stopped
// Mode: Normal top=FFh
// OC0 output: Disconnected
TCCR0=0x00;
TCNT0=0x00;
OCR0=0x00;
```

```
// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer1 Stopped
// Mode: Normal top=FFFFh
// OC1A output: Discon.
// OC1B output: Discon.
// Noise Canceler: Off
```

```

// Input Capture on Falling Edge
// Timer1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0x00;
TCCR1B=0x00;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer2 Stopped
// Mode: Normal top=FFh
// OC2 output: Disconnected
ASSR=0x00;
TCCR2=0x00;
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
// INT2: Off
MCUCR=0x00;
MCUCSR=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x00;

// USART initialization
// Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity
// USART Receiver: On

```

```

// USART Transmitter: On
// USART Mode: Asynchronous
// USART Baud Rate: 9600
UCSRA=0x00;
UCSRB=0x18;
UCSRC=0x86;
UBRRH=0x00;
UBRRL=0x47;

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
SFIOR=0x00;

// ADC initialization
// ADC Clock frequency: 691.200 kHz
// ADC Voltage Reference: AREF pin
// ADC Auto Trigger Source: None
// Only the 8 most significant bits of
// the AD conversion result are used
ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;
ADCSRA=0x84;

// LCD module initialization
lcd_init(16);

while (1)
{
    // Place your code here
    // printf("cek");
    // delay_ms(100);
    lcd_clear();
    v_tegangan=(float)read_adc (0)/51*55;
    lcd_gotoxy(0,0);
    sprintf(lcd,"tegangan = %.1f",v_tegangan);
    lcd_puts(lcd);
    printf("a%.1fb",v_tegangan);
    lcd_gotoxy (16 ,0);

```

```

    lcd_putsf ("volt");
    delay_ms(100);
    if (v_tegangan>=198){
        PORTD.3=1;
        PORTD.5=1;
    }
    else if (v_tegangan<198){
        delay_ms(2000);
        PORTD.3=0;
        PORTD.5=0;
    }
    if (v_tegangan>=138){
        PORTD.2=1;
        PORTD.4=1;
    }
    else if (v_tegangan<138){
        delay_ms(2000);
        PORTD.2=0;
        PORTD.4=0;
    }
};
}

```

2. Listing Program *Borland Delphy*

```

unit Unit1;

```

```

interface

```

```

uses

```

```

    Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics,
    Controls, Forms,
    Dialogs, StdCtrls, jpeg, ExtCtrls, ScktComp;

```

```

type

```

```

    TForm1 = class(TForm)
        Edit1: TEdit;
        Edit4: TEdit;
        Edit5: TEdit;

```

```

Edit6: TEdit;
Edit7: TEdit;
A: TLabel;
Label3: TLabel;
Label4: TLabel;
Edit2: TEdit;
Edit8: TEdit;
Shape1: TShape;
Button1: TButton;
Image1: TImage;
Image2: TImage;
ClientSocket1: TClientSocket;
ComboBox1: TComboBox;
Timer1: TTimer;
Label1: TLabel;
procedure Button1Click(Sender: TObject);
procedure ClientSocket1Read(Sender: TObject; Socket:
TCustomWinSocket);
procedure ComboBox1Change(Sender: TObject);
procedure Timer1Timer(Sender: TObject);
private
    { Private declarations }
public
    { Public declarations }
end;

var
    Form1: TForm1;
    data,isi,v1 : string;
    nilai : Extended;

implementation

{$R *.dfm}

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
begin
if (Button1.Caption='Connect') then
begin

```

```

        ClientSocket1.Active:=True;
        Button1.Caption:='Disconnect';
    end
else
    begin
        ClientSocket1.Active:=False;
        Button1.Caption:='Connect';
    end;
end;

procedure TForm1.ClientSocket1Read(Sender: TObject;
    Socket: TCustomWinSocket);
var
    i,a,b:Integer;
begin
    data:=data + ClientSocket1.Socket.ReceiveText;
    isi:=data;

    //MEMISAH DATA
    if (Pos('a',isi)>0) and (Pos('b',isi)>0) then //pos=UNTUK
    MENCARI POSISI D
    begin
        a:=Pos('a',data);
        b:=Pos('b',data);

        v1:="";

        for i:=a to b-2 do
            begin
                v1:=v1+data[i+1];
            end;
            edit8.Text:=v1;
            sleep(100);
            if (v1<'198') then shape1.Brush.Color:=clred
            else shape1.Brush.Color:=clgreen;
            data:="";
        end;
    end;
end;

```

```

procedure TForm1.ComboBox1Change(Sender: TObject);
begin
if combobox1.ItemIndex=0 then
begin
    edit5.Text:='Kenjeran';
    edit7.Text:='Jl. Raya Kenjeran No. 3';
end;
if combobox1.ItemIndex=1 then
begin
    edit5.Text:='Bulak Banteng';
    edit7.Text:='Jl. Kedondong Gg. 5';
end;
if combobox1.ItemIndex=2 then
begin
    edit5.Text:='Putra Agung';
    edit7.Text:='Jl. Wiratno No. 5';
end;
end;

procedure TForm1.Timer1Timer(Sender: TObject);
begin
label1.Caption:=datetimetoeStr(now);
end;

end.

```

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Heryanto, M.Ary. **Pemrograman Bahasa C untuk Mikrokontroler Atmega8535**. Yogyakarta: 2008.
- [2]. Natsir. **Pelatihan Operasi Jaringan dan Sambungan Pelayanan Tegangan Rendah**. Jasa pendidikan dan pelatihan PT PLN (Persero). Jakarta.
- [3]. Pristanti, Anjar Ika. **Sistem Monitoring Drop Tegangan pada Jaringan Tegangan Rendah Menggunakan Media Modem GSM**. Tugas Akhir. D3 Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya: 2013.
- [4]. Rahman, Surya Mulia. **Monitoring Catu Cadangan 110V DC PMT**. Tugas Akhir. D3 Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya:2013
- [5]. Watkins, A.J. dan R.K. Parton. **Perhitungan Instalasi Listrik Volume 3**. Erlangga. Jakarta.
- [6]. Winoto, Ardi. **Mikrokontroler ATmega8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C**. Bandung: Informatika. 2008.
- [7]. Utomo, Restu Mukti. **Studi Tentang Perbaikan Jatuh Tegangan pada Tian Ujung (JTR) pada PT. PLN Rayon Samarinda Kota**. Tugas Akhir. Teknik Elektro Politenik Negeri Samarinda. Samarinda:2012.

Halaman ini sengaja dikosongkan

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Nama : Safrudin Priambodo
TTL : Ponorogo, 16 Februari 1993
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Alamat Rumah : Jalan Kejawan
Keputih tambak VII
no. 29, Surabaya
Telp/HP : 085334743997
E-mail : safrudinpriambodo@gmail.com
Hobi : Game, olahraga, membaca novel

RIWAYAT PENDIDIKAN

- 1999 – 2005 : SDN 2 Ngampel, Balong, Ponorogo
- 2005 – 2008 : SMP Negeri I Jetis, Ponorogo
- 2008 – 2011 : SMA Negeri II Ponorogo
- 2011 – 2014 : Program Studi D3 Teknik Elektro – Bidang Studi Teknik Listrik – Fakultas Teknologi Industri – Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya

PENGALAMAN KERJA

- Kerja Praktik di PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur Rayon Kenjeran, Area Surabaya Utara (20 Januari – 19 Maret 2014)

PENGALAMAN ORGANISASI

- Staff Media SKI Salman Al-Farisi D3 Teknik Elektro 2012 – 2013
- Staff Syiar Jama'ah manrul Ilmi ITS 2012 – 2013
- SC GMAIL (Gebyar Manarul Ilmi) 2013
- Ketua Umum BSO Salman Al-Farisi D3 Teknik Elektro 2013-2014